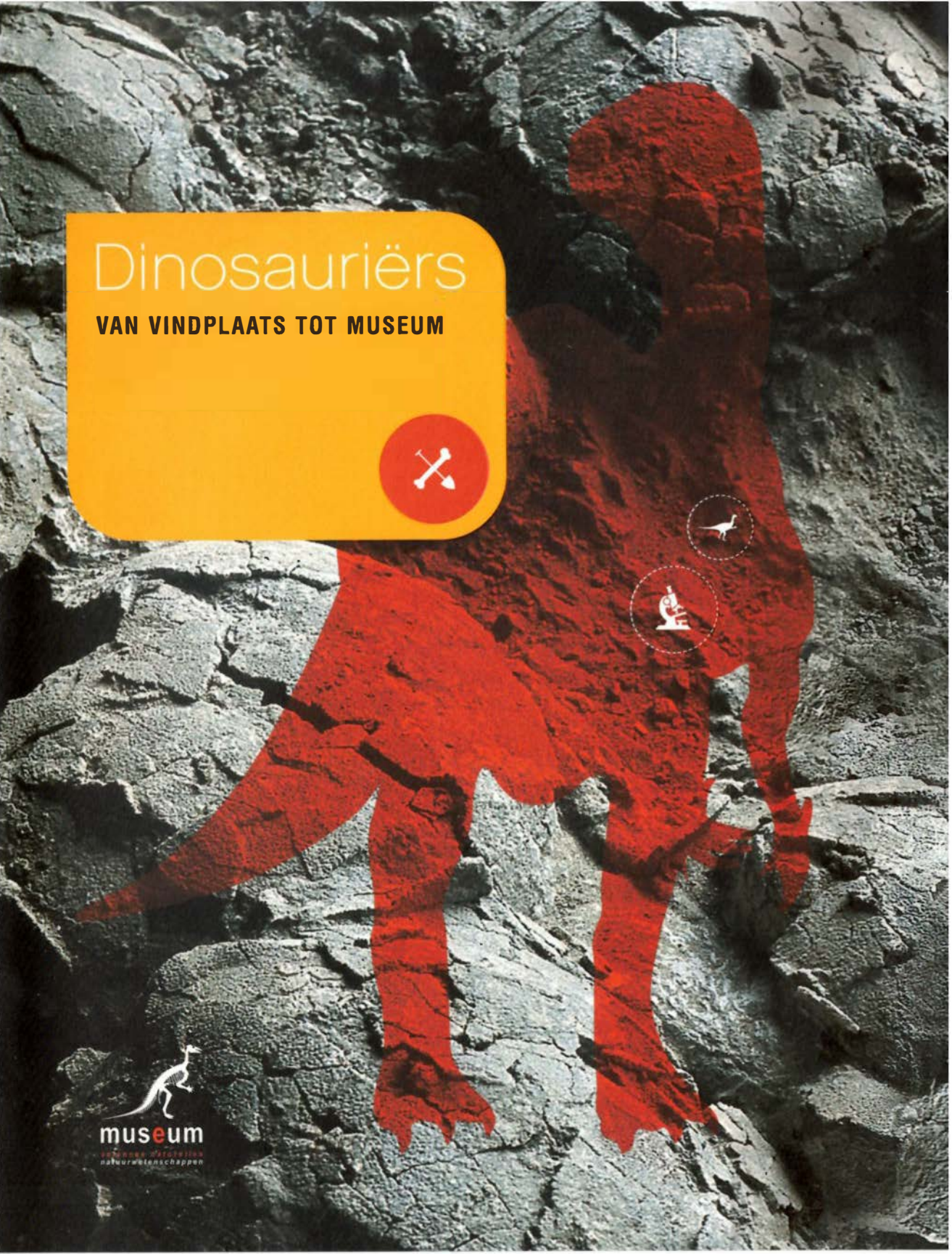
Dinosauriërs

VAN VINDPLAATS TOT MUSEUM



museum
natuurwetenschappen

ARCHEICUM | PROTEROZOICUM | CAMBRIUM | ORDOVICIUM | SILUUR | DEVOON | CARBOON | PERM

-4500 | -2500 | -540 | -500 | -435 | -410 | -355 | -295 | -250

In miljoen jaar

Het eerste leven

De eerste ongewervelde dieren

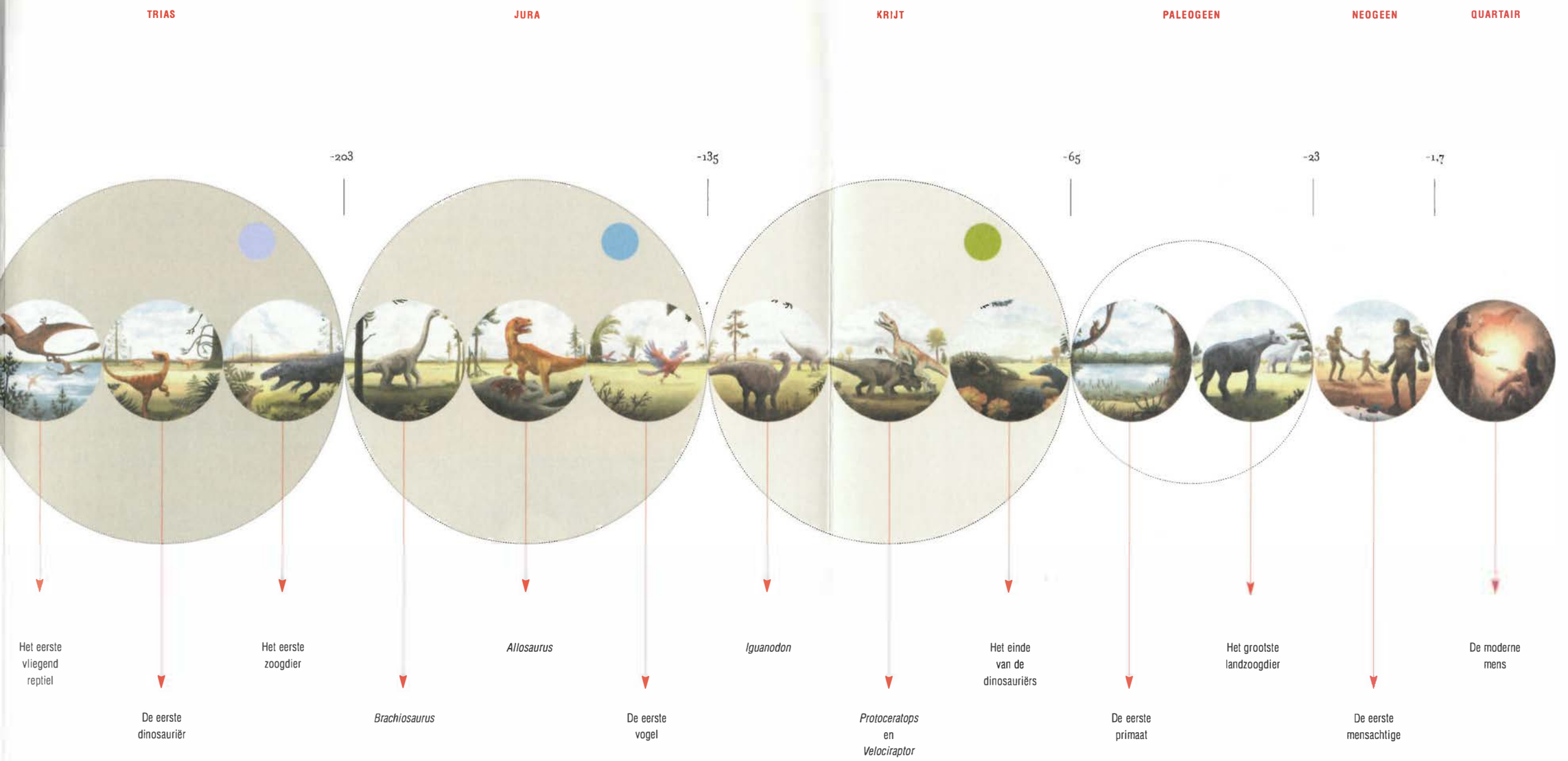
De voorlopers van de gewervelde dieren

De eerste vis

De eerste amfibie

Het eerste reptiel

Dimetrodon


TRIAS
JURA
KRIJT
PALEOGEEN
NEOGEEN
QUARTAIR
-203
-135
-65
-23
-1,7
Het eerste vliegend reptiel
De eerste dinosauriër
Het eerste zoogdier
Brachiosaurus
Allosaurus
De eerste vogel
Iguanodon
Protoceratops en *Velociraptor*
Het einde van de dinosauriërs
De eerste primaat
Het grootste landzoogdier
De eerste mensachtige
De moderne mens

Tijdslijn
aan de binnenkant
van de boekomslag

2

1. EEN DINOSAURIËR OPGRAVEN
HET WERK VAN DE PALEONTOLOOG

1.1 Paleontologie: van fossielen en mensen 07

1.2 Een beroemd Belgisch verhaal:
"de Iguanodons van Bernissart" 09
Een boomstronk met goud 09
De "Cran met Iguanodons" 09
Opgravingen op 322 m diepte 09
130 ton fossielen, gips en ijzerbeslag 11
Het epos van de opgravingen 11
Nauwelijks gebroken! 13
De andere schatten van Bernissart 13
De eerste opstelling van een iguanodon op twee poten 15
Geruzie onder wetenschappers 17

1.3 De verschillende fasen van een opgravingscampagne 19
Fossielen zoeken aan de oppervlakte 19
De beenderen grof vrijleggen 19
Blokken klaarmaken om ze uit te halen 21
De blokken in gips gieten 21

1.4 Onze paleontologen wereldwijd 23
Aan de oevers van de Amoerrivier 23
Aan de voet van de Karpaten 25
In het land van de Draak 27
Langs de kliffen van Bayan Mandahu 27
Erenhot: in het spoor van Indiana Jones 27

1.5 De Morrison Formatie: nog een dinosaurusmijn 29

1.6 Witte jassen en kleine beentjes:
in het labo van het Instituut 33
De beenderen prepareren 33
Het wetenschappelijke onderzoek 35
Het monteren 35

1.7 Van labo tot tentoonstelling:
achter de schermen van *Dig a Dino* 37
Nog een expo over dino's ! 37
De wetenschappers en de tentoonstelling 37
Het scenario 39
Een permanente dialoog tussen museoloog en scenograaf 39
Van vitrine naar website 39

2. IDEEËN OM UIT TE DIEPEN OF HOE WETENSCHAPPELIJKE THEORIEËN EVOLUEREN

2.1 Dinosauriërs waren geen "vreselijke hagedissen" 41

2.2 Ze heersten gedurende 165 miljoen jaar over de aarde 47
Het Trias 47
De Jura 47
Het Krijt 47

2.3 Zeg nooit meer: "De dinosauriërs waren reptielen".
Maar zeg: "De dinosauriërs waren archosauriërs" 49
De fylogenie van de dinosauriërs 51

2.4 Familieportret. Stamboom 55
De "vogelbekkendinosauriërs": de Ornithischia 57
De "hagedisbekkendinosauriërs": de Saurischia 59

2.5 Van ei tot dino 63
Exclusieve eiernamen 63
Dinosaurusembryo's 63
Dinosaurusnesten 65
Een dinosauruscrèche in Montana 65

2.6 Het einde van een wereld 66
Mythe en realiteit 66
Niet alleen de dinosauriërs zijn 65 miljoen jaar geleden uitgestorven 69
De overlevenden 69
De afstammelingen van de dinosauriërs 69

3. PORTRETTENGALERIJ REPRESENTATIEVE STAALKAART VAN DE BIODIVERSITEIT VAN DE DINOSAURIËRS EN HUN TIJDGENOTEN

3.1 In de famille van de Ornithischia, vraag ik naar...
Lesothosaurus 71
Pisanosaurus 72
Stegosaurus 72
Pinacosaurus 73
Iguanodon bernissartensis 73
Iguanodon atherfieldensis (ex-mantelli) 74
Bactrosaurus 74
Parasaurolophus 75
Maiasaura 75
Pachycephalosaurus 76
Protoceratops 76
Triceratops 77
Othnielia 77

3.2 In de familie van de Saurischia, vraag ik naar...
Plateosaurus 78
Diplodocus 79
Camarasaurus 79
Apatosaurus 80
Brachiosaurus 80
Titanosaurus 81
Eoraptor 81
Allosaurus 82
Tyrannosaurus 82
Oviraptor 83
Velociraptor 83
Archaeopteryx 84
Iberomesornis 84

3.3 Enkele tijdgenoten van de dinosauriërs
Een van de grootste zoogdieren van het Krijt: *Tombataar* 85
De schildpad *Zangerlia* 86
De krokodil *Bernissartia fagesii* 86
De eerste vliegende gewervelde dieren
Pterodactylus en *Pteranodon* 87

Index 88
Referentiewerken 89
Websites 90

4

Daar wachten we al 65 miljoen jaar op

65 miljoen jaar geleden. De dinosauriërs sterven uit.

1822 De eerste dinosauriër krijgt een naam: *Megalosaurus*, wat zoveel betekent als grote hagedis. Men gaat er van uit dat dit dier gelijkt op een monsterachtige varaan. Hetzelfde jaar ontdekt Gideon Mantell, een plattelandsarts en liefhebber van fossielen, gefossiliseerde tanden; hij denkt dat het gaat om tanden van een leguaan.

1841 De Britse paleontoloog Richard Owen creëert het woord dinosauriër - etymologisch betekent het "vreselijke hagedis". Hiermee duidt hij een nieuwe dierengroep aan.

1853 Eerste poging tot wetenschappelijke vulgarisering. Onder de wetenschappelijke leiding van Richard Owen worden er sculpturen op ware grootte van dinosauriërs en andere prehistorische dieren gemaakt. Ze worden voorgesteld in het Crystal Palace, nabij Londen. Deze reconstructies boeien een groot publiek.

1878 Er worden in België, in de koolmijn van Bernissart, verscheidene complete skeletten van dinosauriërs gevonden. De ontdekking loopt als een vuurtje de wereld rond. Er wordt een beroep gedaan op de deskundige inbreng van het Koninklijk Natuurhistorisch Museum van Brussel. Een dertigtal iguanodons worden opgegraven en naar het Museum gebracht. Ze worden er bestudeerd en aan het grote publiek voorgesteld. Ze lokken bezoekers uit alle hoeken van de wereld.

1991 "Dinosaurs & Co". Het Museum voor Natuurwetenschappen stelt gerobotiseerde dino's van Amerikaanse makelij voor. De tentoonstelling oogst een gigantisch succes (545.000 bezoekers in 12 maanden) als voorbode van de geestdrift die de dinoavonturen van Steven Spielberg en Walt Disney en, recenter nog, de BBC serie *Walking with dinosaurs*, teweegbrengen.

2002 "Dig a Dino". Dankzij een nieuwe tentoonstelling wil het Museum nog beter inspelen op de nieuwsgierigheid van zijn publiek. "Dig a Dino" betekent vooral een terugkeer naar de bron, naar de paleontologie. Centraal in de tentoonstelling staan specimens, échte wel te verstaan. Waaronder enkele van de mooiste die wereldwijd ooit werden ontdekt. Een hele gebeurtenis, want die skeletten worden in Brussel in Europese première opgevoerd en blijven hier slechts zeven maanden. "Dig a Dino" doet evenwel veel meer dan een indrukwekkend beeld geven van de dinosauriërs. De tentoonstelling gidst de bezoeker doorheen het werk van de paleontoloog, van de opgravingen tot de voorstelling in het Museum. Ze neemt u mee op sleeptouw en laat u als het ware in de huid van de paleontoloog kruipen.

Het beroep van paleontoloog mag dan heel wat droombeelden oproepen - avontuurlijke belevenissen, de aantrekkingskracht van verre contreien en westernlandschappen, het mysterie over wat er in de buik van de aarde gebeurt -, het gaat in de allereerste plaats om een wetenschappelijke aanpak, met eigen hypothesen, eigen onzekerheden, eigen strakke redeneringen. Het Museum wil veel meer doen dan de dinomanie van de jonge bezoekers aanwakkeren; het wil hen ook warm maken voor het werk van de wetenschapper.

Deze catalogus is een aanvulling op wat u tijdens het bezoek zult ontdekken en meteen ook een volwaardige bron van leesplezier. Neem hem gerust mee als souvenir van deze tentoonstelling. Gebruik hem vooral om uw kennis bij te schaven... of om uw eigen kennis te testen. Want aan de hand van de meest recente paleontologische ontdekkingen illustreert deze catalogus het baanbrekende werk van onze wetenschappers, de opgravingen ter plekke, maar ook het speculatieve karakter van hun werk. Volg hen in een reis doorheen de tijd, op zoek naar uitgestorven soorten of naar dieren die het hebben overleefd door zich aan te passen.

Misschien... bekijkt u uw kanarie voortaan door een andere bril...

Daniel Cahen
Directeur van het Museum

6

×

1

Een dinosauriër opgraven

Het werk van de paleontoloog

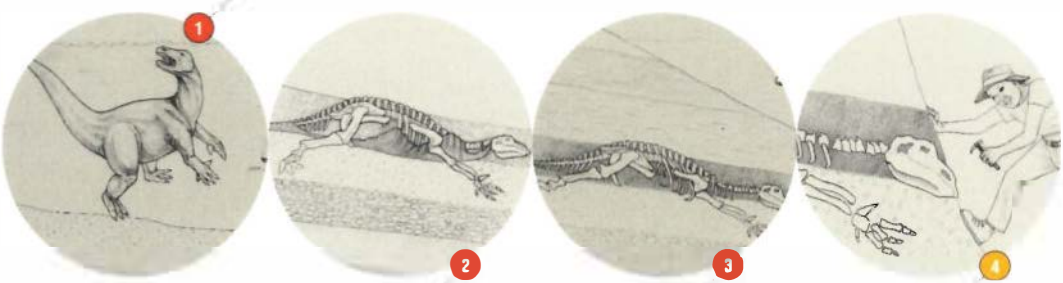
1.1 Paleontologie: van fossielen en mensen

De paleontologie onderzoekt de overblijfselen of afdrukken van levende wezens die voorkwamen in de loop van de geologische tijden en in de aardkost bewaard bleven als fossielen.

Een fossiel is elk overblijfsel van een organisme dat meer dan 10 000 jaar geleden geleefd heeft en in de afzettingen bewaard bleef. De bewaringswijze speelt geen rol: gemineraliseerd, bewaard in amber... Het kan een been zijn, een tand, een voetafdruk, eieren, coprolieten (fossiele uitwerpselen), gastrolieten (stenen die ingeslikt worden om het voedsel te malen in de maag), planten enz.

Harde delen van een organisme, zoals beenderen en tanden die hoofdzakelijk minerale bestanddelen bevatten, lopen het meeste kans te fossiliseren. Weke delen die uit organisch materiaal bestaan, fossiliseren slechts in uitzonderlijke omstandigheden: snelle afsluiting van lucht en licht en inbedding in fijnkorrelige afzettingen zoals klei. Zij kunnen dan bewaard blijven als afdrukken in het gesteente, eventueel op het skelet of zij kunnen mineraliseren door tussenkomst van bacteriën. Zo zijn er afdrukken van huid en van pluimachtige structuren gekend. Informatie over kleur verkrijgt men daarentegen uiterst zelden via fossielen.

DE VIER STAPPEN VAN FOSSILISATIE



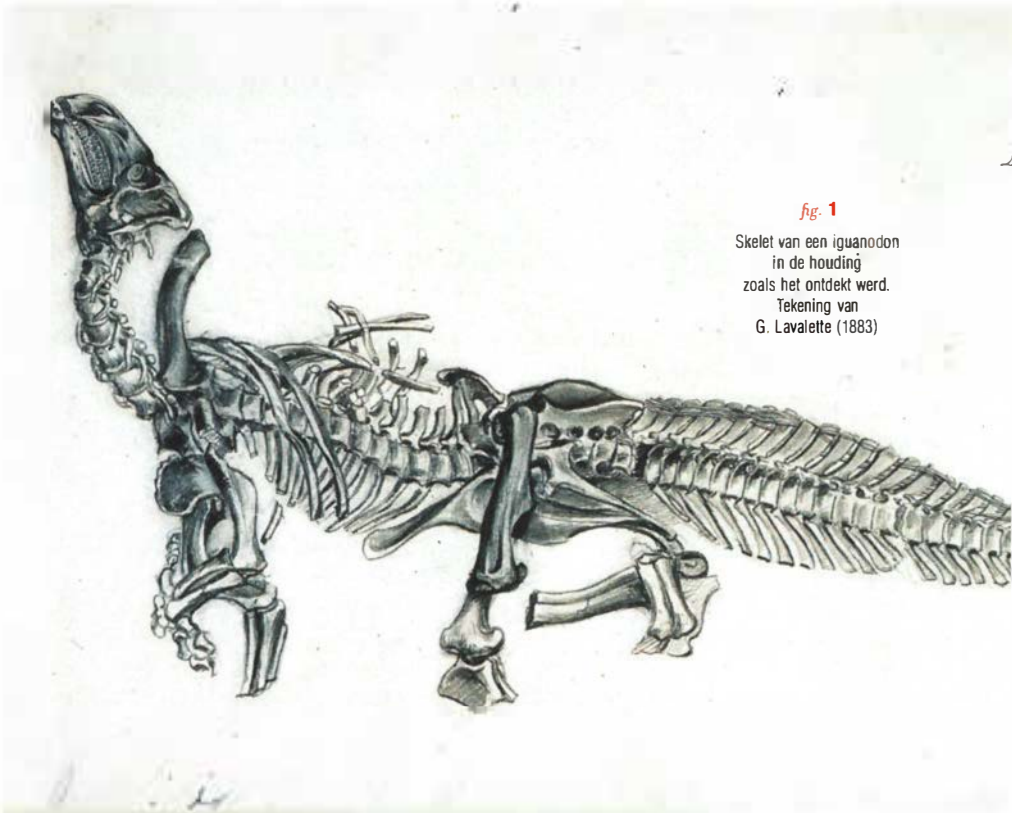
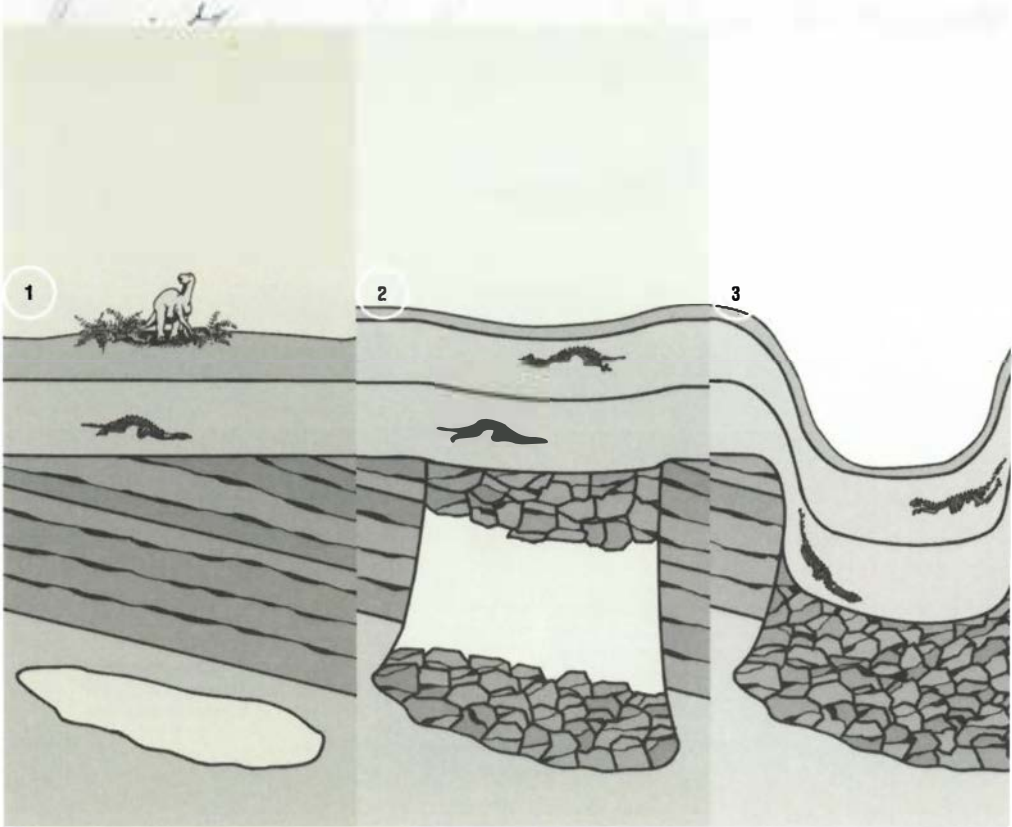


fig. **1**

Skelet van een iguanodon in de houding zoals het ontdekt werd. Tekening van G. Lavalette (1883)



1.2 Een beroemd Belgisch verhaal: "de Iguanodons van Bernissart"

In een steenkoolmijn in Henegouwen werden, voor de eerste maal ter wereld, verscheidene volledige EN gearticuleerde dinosaurusskeletten gevonden, de beroemde "Iguanodons van Bernissart". *fig.* **1** Dit gebeurde in maart 1878 in een schacht van de Sint-Barbaraput, op 322 m diepte.

EEN BOOMSTRONK MET GOUD

"Goud, goud" waren de kreten van de mijnwerkers toen ze de eerste iguanodonbeenderen vonden. Ze waren overtuigd dat ze een boomstronk met goud ontdekt hadden, in werkelijkheid een iguanodonbeen doorspekt met pyriet. Dit glanzend, geelachtig mineraal heeft een bijnaam: "het goud der dwazen". Het werd gevormd tijdens de verrotting van de kadavers en vulde geleidelijk de holten in de beenderen op.

Verklaring: Tijdens de fossilisatie kan pyriet gevormd worden wanneer het kadaver volledig van lucht en licht afgesloten wordt (wat met de iguanodons gebeurde, hun kadavers werden bijna onmiddellijk met een kleilaag bedekt). Het kadaver verrot door inwerking van zwavelbacteriën die een zuur afscheiden dat reageert met ijzer in de klei en zo pyriet vormt.

DE "CRAN MET IGUANODONS"

Tijdens de ontginning van een steenkoollaag te Bernissart, op 322 m diepte, stelden de mijnwerkers vast dat deze plots afgesneden werd door kleilagen waarin later de iguanodons ontdekt werden. Oorspronkelijk lagen deze jongere kleilagen bovenop het steenkoolveld (1). Onder het steenkoolveld liggen kalksteenlagen met grote oplossingsholten. Door het gewicht van de bovenliggende lagen kan het dak van deze oplossingsholten instorten (2), de steenkoollagen storten naar beneden en er ontstaat een natuurlijke put waarin de kleilagen met iguanodons afgezakt zijn (3). Hierdoor ontsnapten zij aan de erosie van de zeeën uit het Boven-Krijt die het gebied later overspoelden. Deze "crans" komen veel voor in de streek van Bernissart en ze kunnen een doormeter tot 250 m hebben en 340 m diep zijn.

OPGRAVINGEN OP 322 m DIEPTE

De opgravingen begonnen in de Sint-Barbaraput, in mei 1878. Ze duurden drie jaar en in de loop van deze periode werden speciaal talrijke schachten uitgegraven. De hoofdschacht liep van west naar oost door de kleilagen. Aan beide kanten werden skeletten ontdekt: de eerste twee aan de westkant stonden verticaal, met de schedel naar beneden; de andere lagen ongeveer horizontaal. Op een grondplan werd de ligging van elk skelet met een letter aangeduid. In het totaal werden een dertigtal volledige of onvolledige skeletten van *Iguanodon bernissartensis* en één uitstekend bewaard skelet van *Iguanodon atherfieldensis* gevonden.

1.2

fig. 2

Telegram van
12 april 1878 verzonden door de
Administratie van het Mijnwezen
aan het Natuurhistorisch Museum:
Belangrijke ontdekking beenderen
in breuk steenkoolmijn Bernissart
vallen uit elkaar door pyriet stuur
De Pauw morgenaankomst 8 uur 's
morgen station van Bergen
ik zal daar zijn dringend.
Gustave Arnaut


ADMINISTRATION DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

INDICATIONS DE SERVICE

BUREAU DE

Reçu à

TÉLÉGRAMME

Déposé à

N°

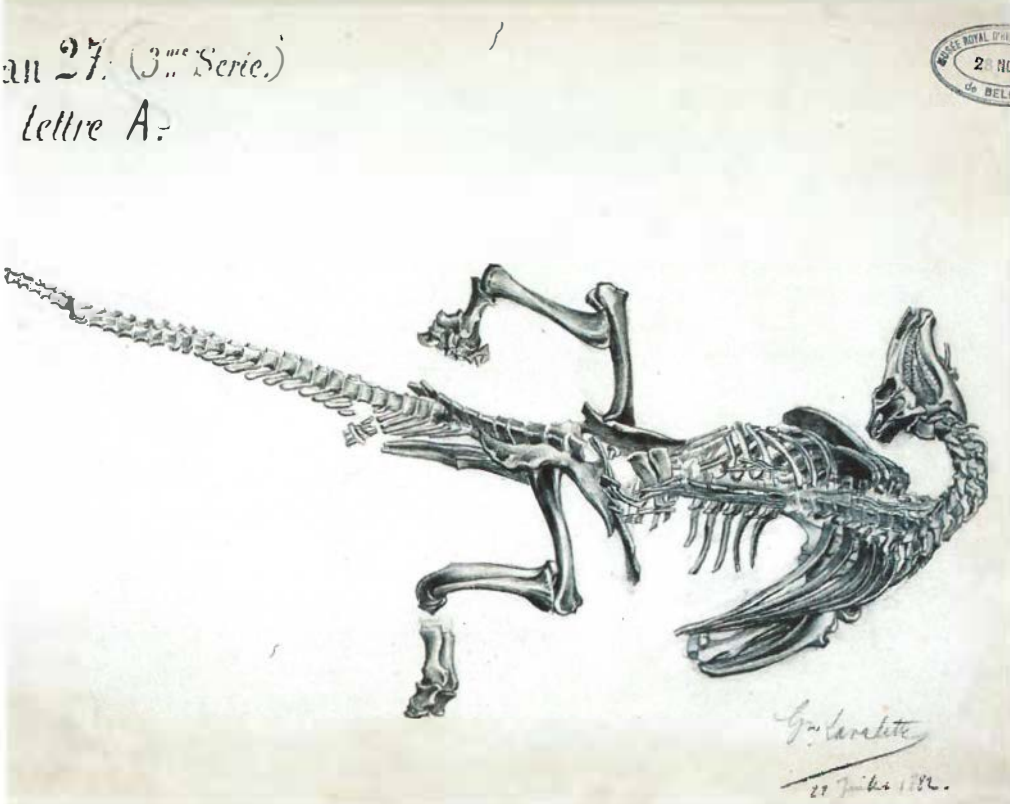


fig. 3

Skelet van een iguanodon
in de houding
zoals het ontdekt werd.
Tekening van
G. Lavalette (1883)

130 TON FOSSIELEN, GIPS EN IJZERBESLAG

De skeletten konden niet in hun geheel getransporteerd worden. Elk skelet werd verdeeld in blokken van 0,5 tot 2 m. Ieder skelet kreeg een letter en iedere blok een cijfer en de juiste ligging werd op een grondplan aangeduid.

In drie jaar tijd werden 600 blokken naar boven gebracht. De 130 ton materiaal werden in 37 transporten naar het Koninklijk Natuurhistorisch Museum in Brussel vervoerd. Aldaar, in het atelier van de paleontologie werden de blokken geopend. De skeletdelen werden vrijgemaakt en van elk skelet werd een tekening "in situ" gemaakt zoals het gevonden werd in de mijn. *fig.* **3** De meest volledige skeletten werden opgesteld in een lichaamshouding die men toen als de meest natuurlijke beschouwde, rechtop op de twee achterpoten.

HET EPOS VAN DE OPGRAVINGEN

Op 2 april 1878 bracht een mijnopzichter een vermeend stuk fossiel hout met goud, ontdekt in de Sint-Barbaraput, naar een café in Bernissart. Daar stelde dokter L'Hoir vast dat het fossiele pyriethoudende beenderen waren. Later werden enkele fossiele stukken voorgelegd aan paleontoloog P. J. Van Beneden uit Leuven. Door de aanwezigheid van een tand kon hij met zekerheid zeggen dat het om resten van iguanodons ging. Op 12 april verwittigde de directeur van de mijn, G. Fagès, officieel de Administratie van het Mijnwezen. Een telegram werd naar het Natuurhistorisch Museum in Brussel gezonden waarin het advies van preparateur L. De Pauw gevraagd werd. *fig.* **2** De volgende dag was hij reeds ter plaatse. Hij daalde af in de schacht en diezelfde dag werd een iguanodonvoet gevonden. Na zijn bezoek aan de mijn was hij vol enthousiasme over de unieke ontdekking en hij werd belast met de leiding van de opgravingen. Omringd door twee technici van het Museum en een ploegvan negen van de beste mijnwerkers startte hij met de opgravingen in de maand mei. Deze werden voortgezet tot in de loop van 1881, eerst op 322 m, later op 356 m diepte. In augustus 1878 werd de ganse ploeg gedurende twee uur van de buitenwereld afgesloten door instortingen tengevolge van een mijnschok. Op 22 oktober werden door een gelijkaardige oorzaak de mijnschachten door water overstroomd. De ploeg sloeg inderhaast op de vlucht en om veiligheidsredenen werden de opgravingen zes maanden stil gelegd. Ze werden hernomen op 12 mei 1879 en ze werden definitief afgesloten in de loop van 1881, enkele maanden nadat iguanodons ontdekt werden op 356 m diepte.

1.2

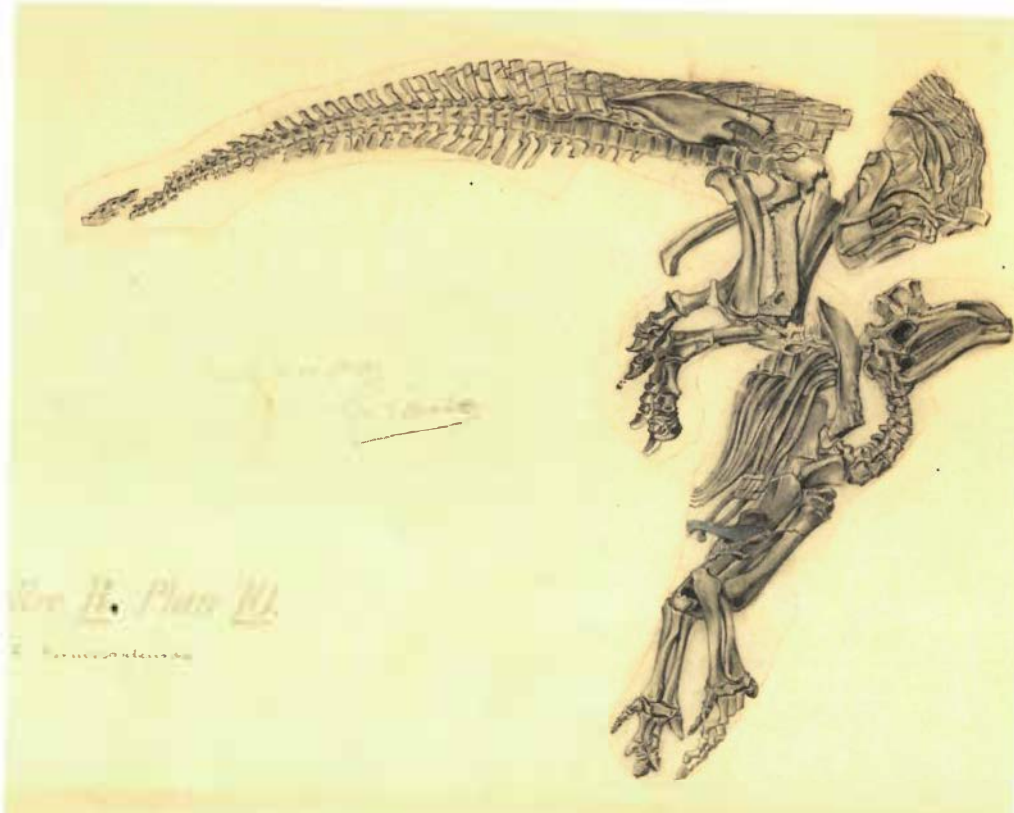


fig. **4**

Skelet van een iguanodon
in de houding
zoals het ontdekt werd.
Tekening van
G. Lavalette (1883)

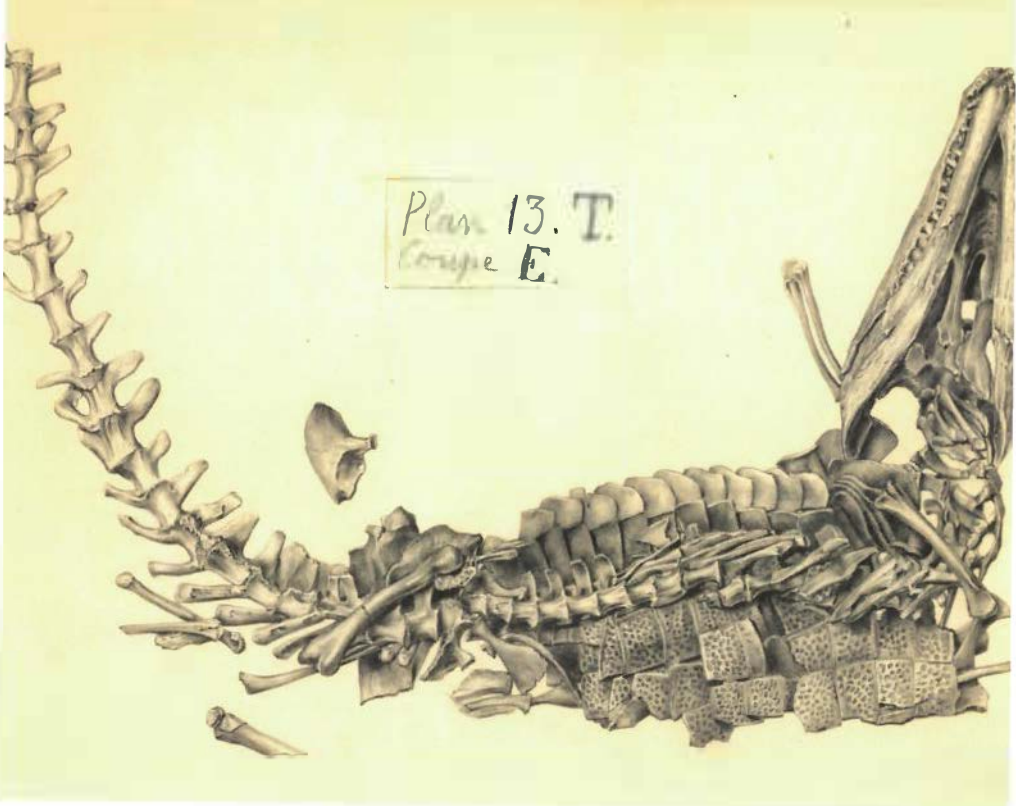


fig. **5**

Skelet van *Goniopholis simus*
in de houding
zoals het ontdekt werd.
Tekening van
G. Lavalette (1883)

NAUWELIJKS GEBROKEN!

In tegenstelling tot wat lange tijd werd aangenomen is de "cran" met iguanodons geen massagraf als gevolg van een éénmalige catastrofe. De skeletten liggen in onderscheiden kleilagen die in verschillende perioden werden afgezet. De iguanodons stierven dus niet tegelijkertijd. In het Onder-Krijt lag de streek tussen La Louvière en Bernissart in een moerassige laagvlakte. Kadavers van afgestorven iguanodons dreven af naar het laagste punt van de laagvlakte, waarschijnlijk overeenstemmend met de ligging van de toekomstige cran, en bezonken daar. Toen de natuurlijke put ontstond waren de kleilagen nog in plastische toestand. Tijdens het afzakken namen ze min of meer de vorm aan van de cran, hellend op de flanken en ongeveer horizontaal in het midden. De kleimassa rond de skeletten belette dat zij uit elkaar vielen maar de skeletten tonen vervormingen of breukjes, door bewegingen in de langzaam afglijdende kleilagen. *fig.* **4**

DE ANDERE SCHATTEN VAN BERNISSART

De ondergrondse vindplaats van Bernissart dankt zijn internationale faam in de eerste plaats aan het dertigtal buitengewoon goed bewaarde iguanodons. Uitzonderlijk is eveneens dat samen met de iguanodons honderden andere fossiele dieren en planten gevonden werden. Samen geven zij een beeld van het leven in die streek, ongeveer 120 miljoen jaar geleden. Zo kan men afleiden dat het een moerassig gebied was met een warm klimaat!

Het bewijs? Ziehier de fossielen die tijdens drie jaar opgravingen gevonden werden: 3000 vissen waarvan verschillende in moerassen leven (*Amiopsis dolloi* et *Amiopsis lata*), een salamander (*Hylaeobatrachus croyii*), zes zoetwaterschilpadden (*Chitracephalus dumonii* en *Peltochelys duchasteli*), vier krokodillen (*Bernissartia fagesii* en *Goniopholis simus*) *fig.* **5**, een vleugelfragment van een cicade (*Hylaeoneura lignei*), enkele kegels van naaldbomen, talrijke varens (o.a. *Weichselia reticulata*) alsook een vingerkootje van een vleesetende dinosauriër en 280 coprolieten.

1.2

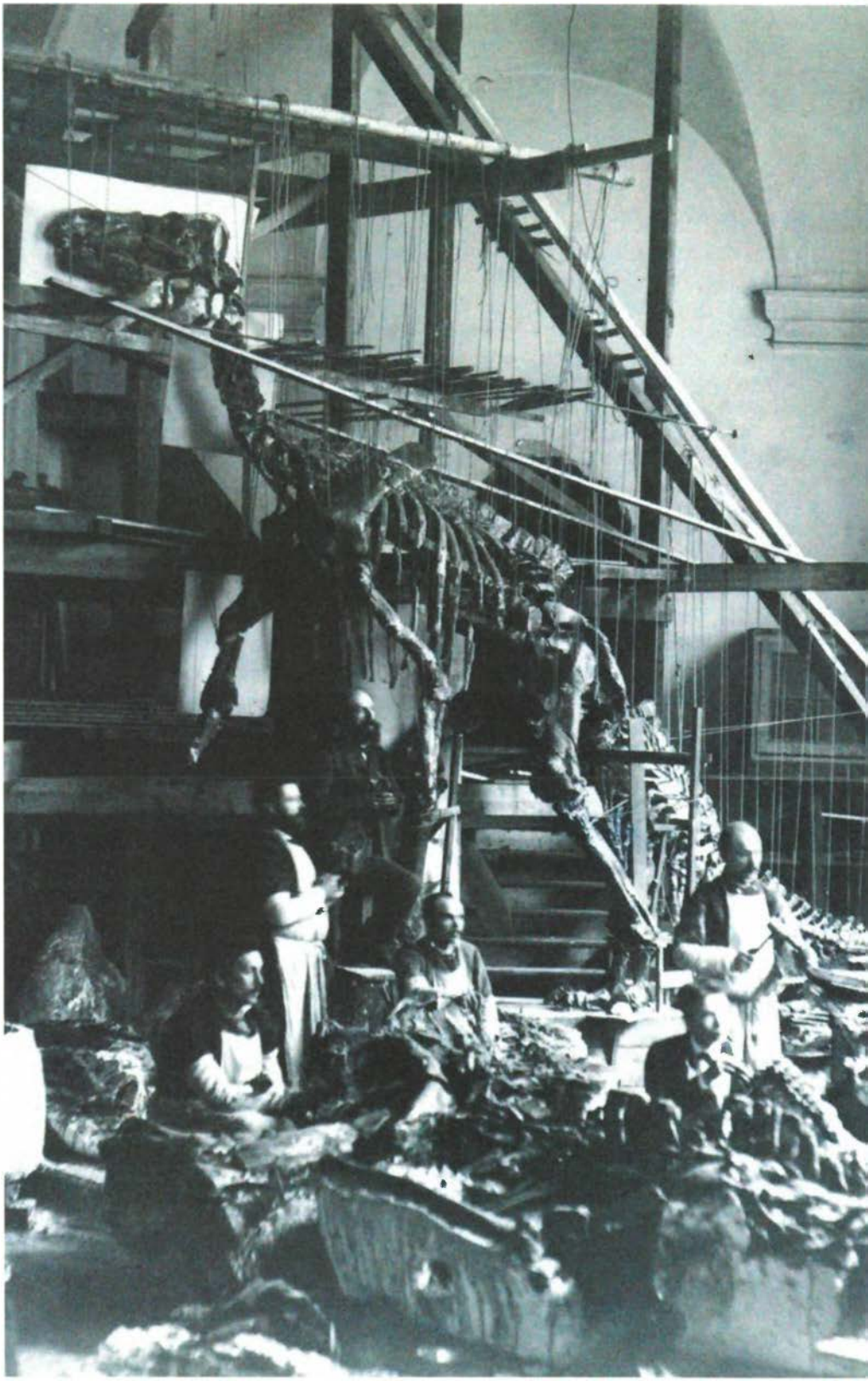


fig. **6**

Opstelling van de eerste iguanodon in 1882 in de Sint-Joriskapel van het Nassaupaleis. e man met baard en opgeheven knie is L. De Pauw.

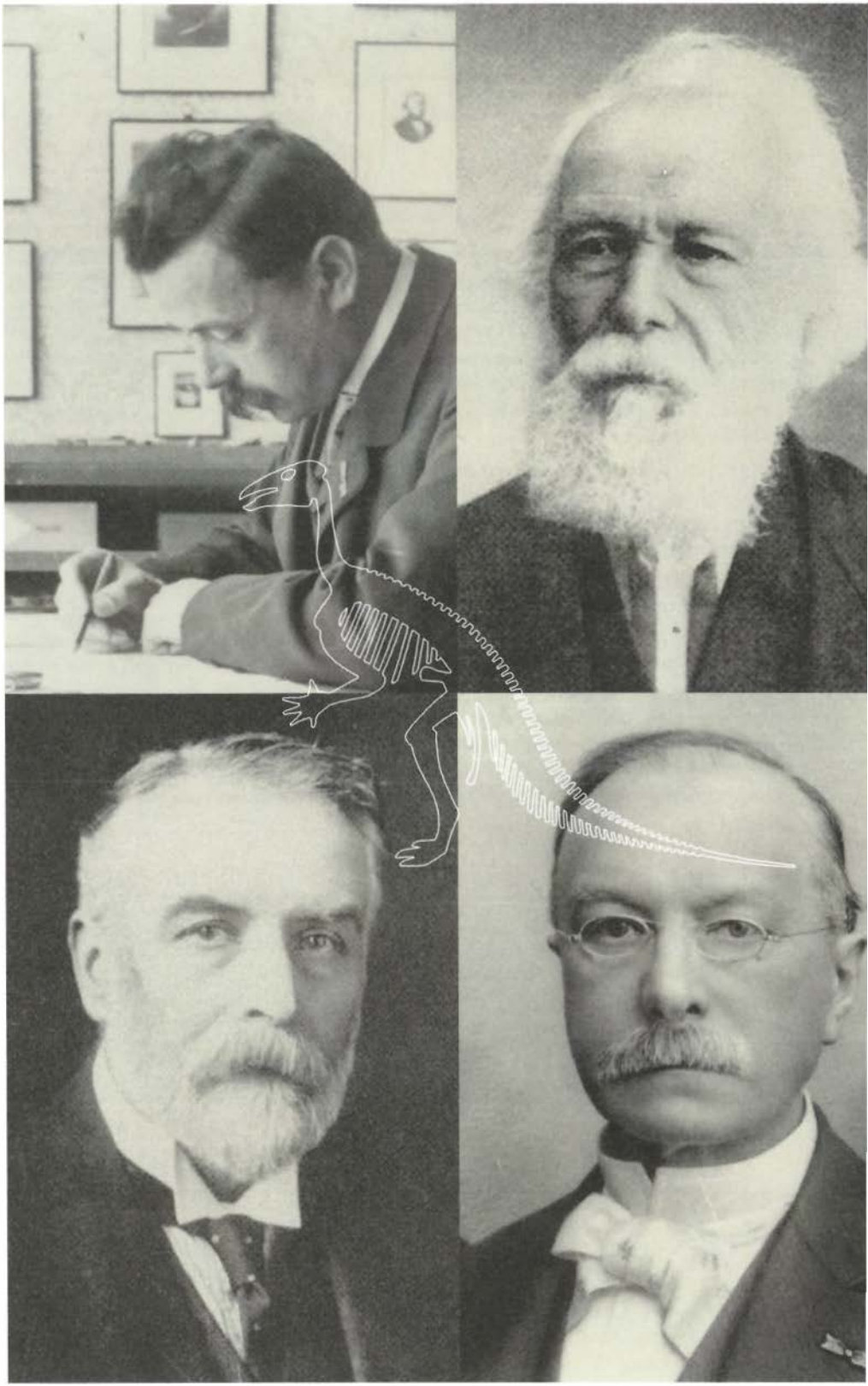
DE EERSTE OPSTELLING VAN EEN IGUANODON OP TWEE POTEN

De eerste opstelling werd uitgevoerd in 1882 door Louis De Pauw onder de leiding van Louis Dollo. In die tijd was het Natuurhistorisch Museum nog gehuisvest in het vroegere Paleis van Oranje-Nassau, dat toen al te klein werd. De ontdekkingen in Bernissart zouden later de regering aanzetten om het Museum in andere gebouwen onder te brengen: een oud klooster in het hartje van het Leopoldspark, ingehuldigd in 1891. In 1905 werd dit gebouw uitgebreid met een nieuwe galerij, de Janletvleugel, om er de iguanodons tentoon te stellen. In afwachting werd de Sint-Joriskapel van het Nassaupaleis (nu een tentoonstellingszaal van de Koninklijke Bibliotheek) als werkplaats voor de opstelling van het eerste skelet gebruikt.

Louis Dollo was er rotsvast van overtuigd dat iguanodons tweevoeters waren en stelde voor het skelet van een kangoeroe (de staart) en van een struisvogel (het bekken en de achterpoten) als model te gebruiken. Hij veronderstelde dat in rusttoestand de staart op de grond rustte als steun. Bij het lopen op de achterpoten werd de staart opgelicht en min of meer horizontaal gestrekt als tegengewicht voor het voorste gedeelte van het lichaam. Nu wordt meestal aangenomen dat bij het stappen de vier poten gebruikt werden, bij het lopen de twee achterpoten.

In de werkplaats stond een stelling met vier verdiepingen. Hieraan werden de beenderen met touwen opgehangen waarvan men de lengte wijzigde om de beenderen in de meest natuurlijke houding te brengen. Daarna werd het skelet van een ijzeren onderstel voorzien. Het aldus eerst gemonteerde specimen steunend op de twee achterpoten, een *Iguanodon bernissartensis*, werd in 1883 op de binnenkoer van het Nassaupaleis tentoongesteld. De *Iguanodon atherfieldensis* was het tweede specimen dat opgesteld werd. Deze soort, tevens gekend als *Iguanodon mantelli*, is kleiner (6-7 m) en slanker dan *Iguanodon bernissartensis*, de dominerende soort in Bernissart. fig. 6

1.2



GERUZIE ONDER WETENSCHAPPERS

In de tijd van de ontdekking twistten wetenschappers over twee punten:

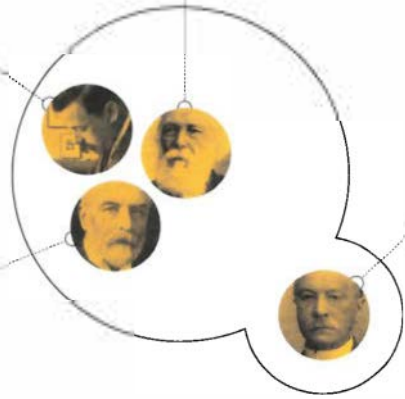
Vooreerst, **wie was de ontdekker van de iguanodons?** P.J. Van Beneden die ze als eerste identificeerde of G. Fagès, de directeur van de kolenmijn die besloot tot de opgravingen? Na verschillende tussenkomsten van P.J. Van Beneden en van E. Dupont, de directeur van het Museum besloot de Academie voor Wetenschappen de zaak te klasseren.

Vervolgens, **welke iguanodonsoort was het?**

Voor P.J. Van Beneden, alweer, was het de reeds gekende soort, *Iguanodon mantelli*, uit Groot-Brittannië. Voor G.-A. Boulenger, de hulp-naturalist van het Museum belast met de studie van de iguanodons, behoorden alle, afgezien van één specimen van *Iguanodon mantelli*, tot een nieuwe soort, die hij *Iguanodon bernissartensis* noemde. Later bevestigde L. Dollo de aanwezigheid van de twee soorten in Bernissart. Tenslotte kwam de wetenschapper David Norman in 1986 tot het besluit dat het specimen dat voordien als *Iguanodon mantelli* beschouwd werd, in feite tot de soort *Iguanodon atherfieldensis* behoort.

Pierre-Joseph Van Beneden
(1809-1894)
was Professor in Paleontologie, Zoölogie en vergelijkende Anatomie aan de Katholieke Universiteit van Leuven.

Louis Dollo
(1857-1931)
was gedurende 47 jaar de vertebratenpaleontoloog op het Koninklijk Natuurhistorisch Museum te Brussel. Hij onderzocht in het bijzonder de Iguanodons van Bernissart.



G. Fagès
was mijningenieur en directeur-generaal van de steenkoolmijn van Bernissart ten tijde van de ontdekking.

George-Albert Boulenger
(1858-1937)
was eerst hulp-naturalist op het Koninklijk Natuurhistorisch Museum te Brussel, daarna was hij als zoöloog-systematicus werkzaam op het British Museum.

1.3

fig 7

Fragmenten
van dinosauruseieren
gevonden op het grondgebied
van Totesti (Roemenië)
in 2001

fig 8

1.3 De verschillende fasen van een opgravingscampagne

Een expeditie op het opgravingsterrein heeft veel van een echt avontuur. Maar in werkelijkheid heeft onderzoek alleen kans op slagen wanneer het onderbouwd is door een strakke methode. Een woordje uitleg.

FOSSIELEN ZOEKEN AAN DE OPPERVLAKTE

Er bestaat geen onfeilbare detector van dinosaurusbeenderen. Dus moet men, om een geschikte plek te kiezen, terugkeren naar een gekend terrein, of op avontuur gaan. Men kan namelijk verder graven op een plek waar al eerder interessante fossielen aan het licht kwamen, of nieuwe terreinen exploreren die interessante kenmerken vertonen. De paleontoloog zal eerst de geologische kaart bestuderen van het terrein dat hij wil onderzoeken. Hij gaat niet zoeken op een plaats waar de rotsen te oud zijn, ook niet waar ze te recent zijn of gevormd zijn in omstandigheden die de aanwezigheid van fossielen weinig waarschijnlijk maken (vulkanische rotsen, afzettingen diep in de zee...).

Hoewel het toeval vaak een grote rol speelt in de ontdekking van fossielrijke sites, worden nieuwe vindplaatsen meestal pas ontdekt na lang en minutieus onderzoek over grote oppervlakten. De paleontoloog moet de bodem aftasten. Zodra hij beenderen bemerkt aan de oppervlakte - beenderen die gewoonlijk in grote mate zijn aangetast door erosie -, zal hij snel proberen na te gaan of het enkel gaat om geïsoleerde beenderen dan wel om een fossielrijke vindplaats. Dan kan de paleontoloog grotere middelen inzetten, van een houweel tot een bulldozer. *fig.* 7

DE BEENDEREN GROF VRIJLEGGEN

Gaat het om een veelbelovende vindplaats, dan begint de paleontoloog de beenderen vrij te leggen met fijnere instrumenten (mesjes, graveerstiften, borstels en tandartsenmaterieel). Het klinkt misschien vreemd, maar deze fossielen zijn vaak uiterst broos. Alle voorzorgen moeten dus genomen worden om ze uit de bodem te halen zonder ze te beschadigen. Om ze steviger te maken worden ze overgoten met hars dat wordt opgelost in alcohol of aceton. Elk bot wordt zorgvuldig aangeduid op de kaart van de vindplaats. Die gegevens kunnen later misschien informatie vrijgeven over de manier waarop de dinosauriër is gestorven. *fig.* 8

1.3

Fig. 9

Fig. 10

BLOKKEN KLAARMAKEN OM ZE UIT TE HALEN

Rond de beenderen die men wil uithalen wordt nu een gleuf gegraven. Gaat het om verscheidene fossielen die op elkaar liggen, dan kan men ze moeilijk op het terrein afzonderlijk opgraven. In zo'n geval wordt de vindplaats opgedeeld in een aantal grote blokken met beenderen en een voldoende hoeveelheid sediment om het geheel stevig samen te houden. *fig.* **9**

DE BLOKKEN IN GIPS GIETEN

Om deze blokken te vervoeren worden ze elk afzonderlijk in een stevig omhulsel geplaatst, gemaakt van in gips gedrenkte jutelinnen. Om te verhinderen dat de beenderen aan het gips kleven, worden ze eerst afgedekt met vochtig papier. Deze gipsblokken kunnen tot vele honderden kilo's wegen. Zodra het gips volledig is opgesteven, gaan de blokken naar het labo waar ze worden geopend, gereinigd, onderzocht en opnieuw samengesteld… *fig.* **10**

1.4

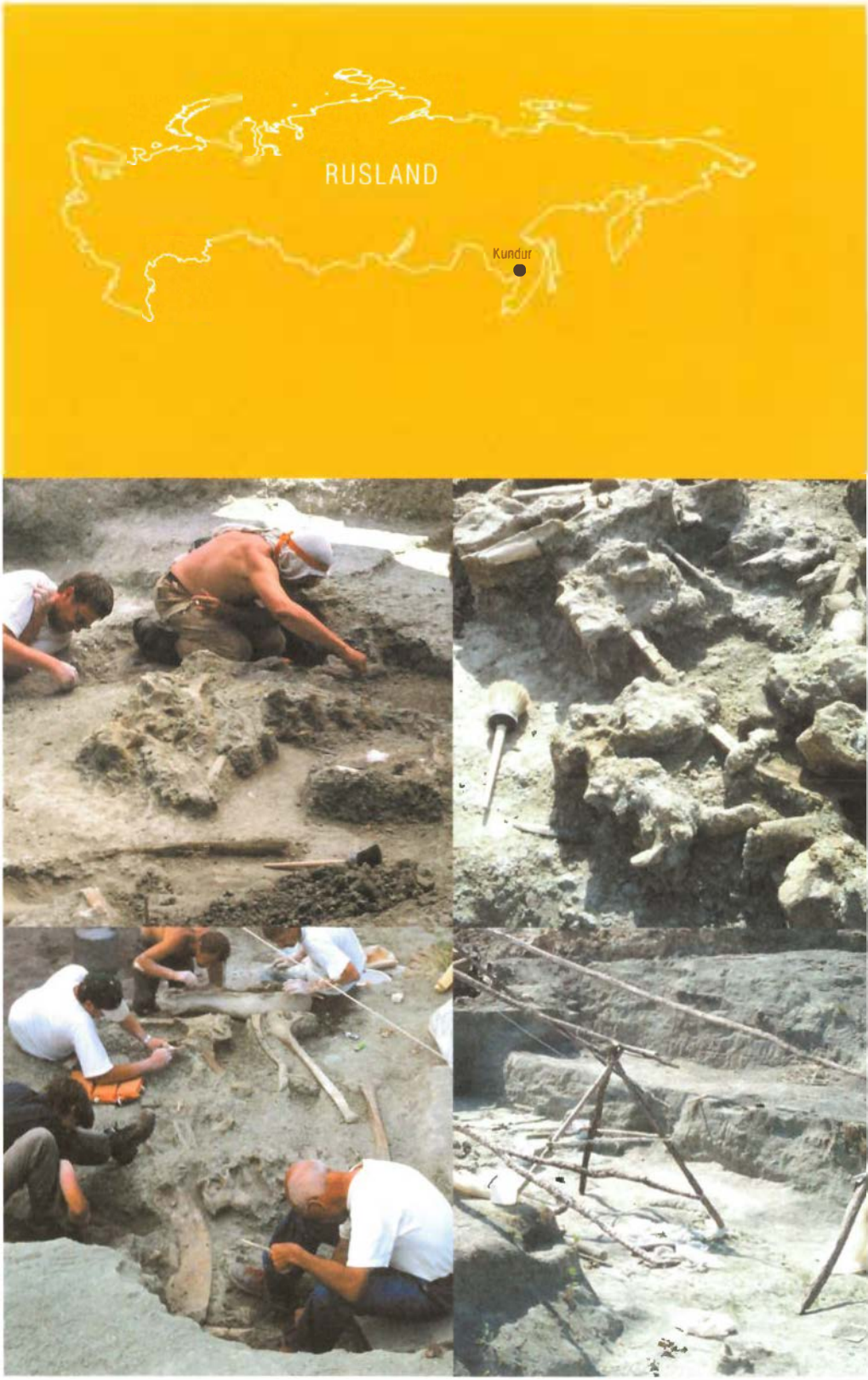


fig. 11

Site van Kundur: lokalisering en foto's die tijdens de opgravingen van 2001 genomen werden.

1.4 Onze paleontologen wereldwijd

De jongste jaren stuurde het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen regelmatig eigen paleontologen naar diverse vindplaatsen in Europa en Azië. Samen met hun plaatselijke collega's hebben zij fossielen kunnen opgraven van dinosauriërs, maar ook van andere diersoorten, zoals krokodillen en zoogdieren. Een overzicht van enkele campagnes.

AAN DE OEVERS VAN DE AMOERRIVIER

De Amoer is een rivier die de grens vormt tussen China en Rusland. In 1902 ontdekt een kolonel van het Russische leger er de eerste fossielen van dinosauriërs. Toch verwaarlozen de paleontologen vele tientallen jaren de streek van de Amoer. Pas in het begin van de jaren '80 krijgen Chinese en Russische teams opnieuw belangstelling voor dit gebied en gaan ze er heel wat skeletten van hadrosauriërs opgraven. In 2001 organiseren het KBIN en de Amur KNII van Blagoveschensk opgravingen in Kundur (Rusland) waar ze onder meer het complete skelet vinden van een nieuw geslacht hadrosauriërs met een holle beenkam, *Olorotitan*. De beenkam van deze "eendenbekdinosauriër" moest dienen als klankversterker. Meestal waren de dinosauriërs uit de regio van de Amoer zeer verscheiden en behoorden zij tot de meest recente soorten: zij dateren namelijk uit het Boven-Krijt. Deze gegevens pleiten in het voordeel van de catastrofehypothese als verklaring voor het uitsterven van deze dieren op het einde van het Krijt. *fig.* 11

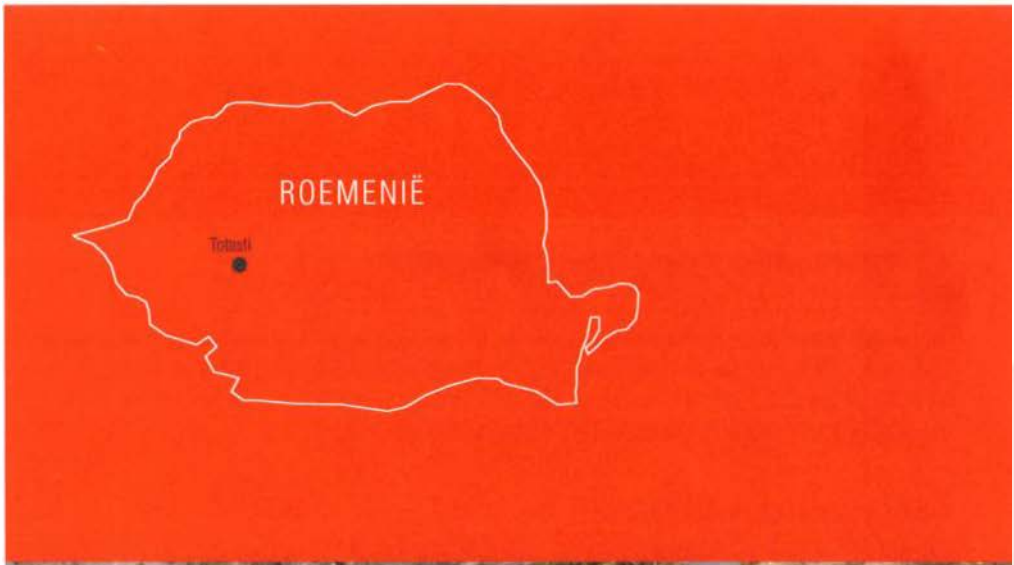


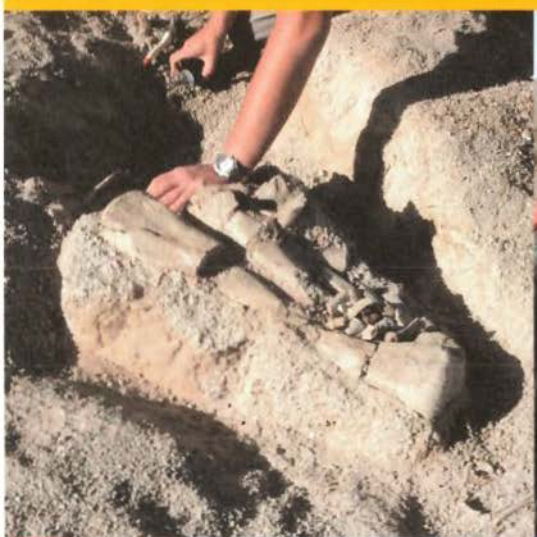
fig. **12**

Site van Totesti: lokalisering en foto's die tijdens de opgravingen van 2001 genomen werden.

AAN DE VOET VAN DE KARPATEN

Op het einde van de 19de eeuw ontdekt Baron von Nopcsa de eerste dinosauriërs in Transsylvanië, in het westen van Roemenië. Hij wordt al snel verrast door de geringe grootte van de dieren en legt de link naar het dwergfenomeen dat men eerder al had vastgesteld bij olifanten van de Mediterrane eilanden tijdens het Pleistoceen. Op het einde van het Krijt zou Transsylvanië dus een eiland kunnen geweest zijn, op meer dan 300 km van het vasteland.

Naast de vele beenderen die behoren tot verschillende groepen dinosauriërs, werden tijdens de opgravingen van het KBIN en de Universiteit van Cluj-Napoca in 2000, 2001 en 2002 nesten met eieren van dinosauriërs, fossielen van amfibieën, hagedissen, krokodillen en zeer zeldzame primitieve zoogdieren gevonden. Ze dateren allemaal uit het Krijt. fig. 12



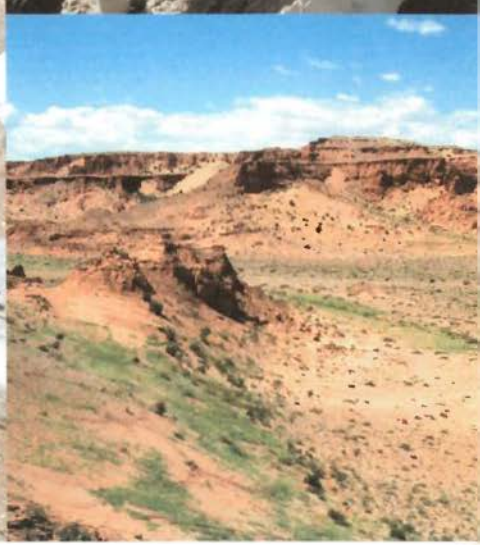
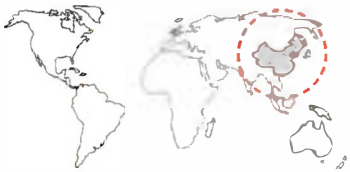


fig. **13**
Sites van Bayan Mandahu en Erenhot: lokalisering en foto's die tijdens de opgravingen van 2001 genomen werden.



IN HET LAND VAN DE DRAAK

Zou de Draak, hét symbool van China, een afstammeling van de dinosauriërs kunnen zijn? Misschien wel, als men rekening houdt met de vele fossielen ervan die in nagenoeg alle regio's van China werden gevonden. Tussen 1995 en 2001 hebben het KBIN en het Museum van Binnen-Mongolië zes opgravingscampagnes gevoerd in het noorden van China, nl. in Binnen-Mongolië (sites van Bayan Mandahu en Erenhot). Tijdens die opgravingen werden onder meer nieuwe soorten dinosauriërs uit het Krijt gevonden, maar kreeg men ook een beter inzicht in de verwantschappen tussen iguanodons en hadrosauriërs. *fig.* **13**

LANGS DE KLIFFEN VAN BAYAN MANDAHU

Op de vindplaats van Bayan Mandahu, in het noorden van Binnen-Mongolië, aan de grens van de Gobiwoestijn, werden in de jaren '90 drie Chinees-Belgische expedities georganiseerd. De fossielrijke lagen, die zich over een twintigtal kilometer uitstrekken langs de zandsteenkliffen, leverden grote hoeveelheden uitzonderlijke fossielen van dinosauriërs en andere gewervelde dieren uit het Boven-Krijt op. Zij raakten bedolven tijdens de veelvuldige zandstormen die dit gebied, waar toen nog een semi-aride klimaat heerste, teisterden. In Bayan Mandahu werden vooral fossielen van de dinosauriër *Protoceratops* gevonden. Tijdens de Chinees-Belgische expedities van 1996 en 1999 konden een dozijn goed bewaarde schedels worden opgegraven. In 1996 werd een prachtig compleet skelet van de ankylosauriër *Pinacosaurus* ontgraven. Er werden ook verscheidene soorten dinosauruseieren gevonden op deze plek. De meest courante, met een langwerpige vorm en een zeer bewerkte schaal, werden toegeschreven aan *Oviraptor*. In 1990 vond een Chinees-Canadees team een onvolledig skelet op een nest: vermoed wordt dat het dier gestorven is terwijl het zijn eieren uitbroedde. En zeggen dat men hem tot dusver had aanzien voor een eierrover ... Maar de dinosauriërs waren daar niet alleen. Ook andere dieren hadden hun entree gemaakt op het vasteland. In Bayan Mandahu vond men verscheidene skeletten van de landschildpad *Zangerlia* en van hele kleine zoogdieren, zoals *Tombataar*. Deze zoogdieren ontstonden tegen het einde van het Trias en diversifieerden zich snel. Ze werden niet groter dan een stoere kat en leefden dus in de schaduw van de dinosauriërs, net zoals vele andere gewervelde dieren in het Secundair. Pas bij de aanvang van het Tertiair kenden zij een buitengewone evolutieve explosie en namen zij de vele ecologische niches in die door de uitgestorven dinosauriërs waren opengelaten.

ERENHOT: IN HET SPOOR VAN INDIANA JONES

R.C. Andrews, de beroemde avonturier én inspiratiebron voor het personage van Indiana Jones, ontdekte de vindplaats van Erenhot in 1922. De geïsoleerde beenderen die er werden gevonden dateren allemaal uit het Boven-Krijt. Zij behoren onder meer tot tyrannosauriërs en primitieve hadrosauriërs. Dankzij de beenderen van *Bactrosaurus*, een van die hadrosauriërs, kreeg men een beter inzicht in de verwantschap tussen de iguanodons van het Onder-Krijt en de geëvolueerde hadrosauriërs die op het eind van het Krijt in Noord-Amerika en Azië leefden. De fossielrijke sites van Erenhot zijn grote ophopingen van beenderen die toebehoren aan verschillende specimens van eenzelfde soort of van verschillende soorten. Die stapels fossielen liggen soms over vele honderden meters verspreid! Is er een verklaring voor zo'n mikadoformatie? Uit sedimentologisch onderzoek van de vindplaats en de spreiding van de beenderen is gebleken dat de krengen van deze dinosauriërs over een korte afstand zijn meegesleurd door een waterstroom en zich kriskras door elkaar hebben opgehoopt op een plaats waar de stromingen minder sterk waren.

1.5

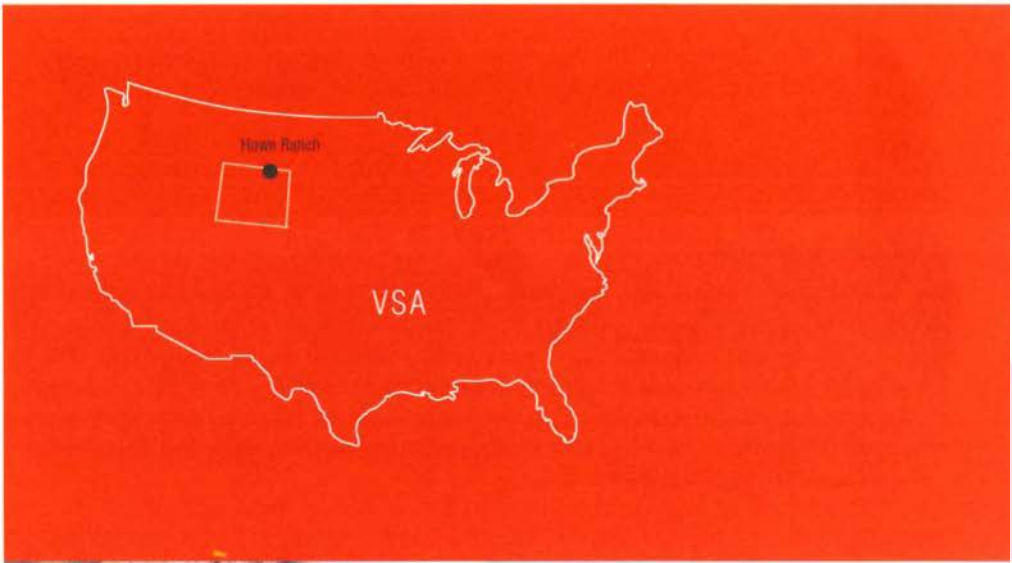


fig. **14**
De Morrison Formatie in Wyoming

fig. **15**
Opgraving van de boomstronk in Howe Stephens Quarry

1.5 De Morrison Formatie: nog een dinosaurusmijn

In de Amerikaanse staten Wyoming, Montana en Utah worden sedert de tweede helft van de 19de eeuw dinosauriërs opgegraven. Deze fossielen komen voor in de Morrison Formatie, een geologische laag van ongeveer 150 miljoen jaar oud. fig. 14

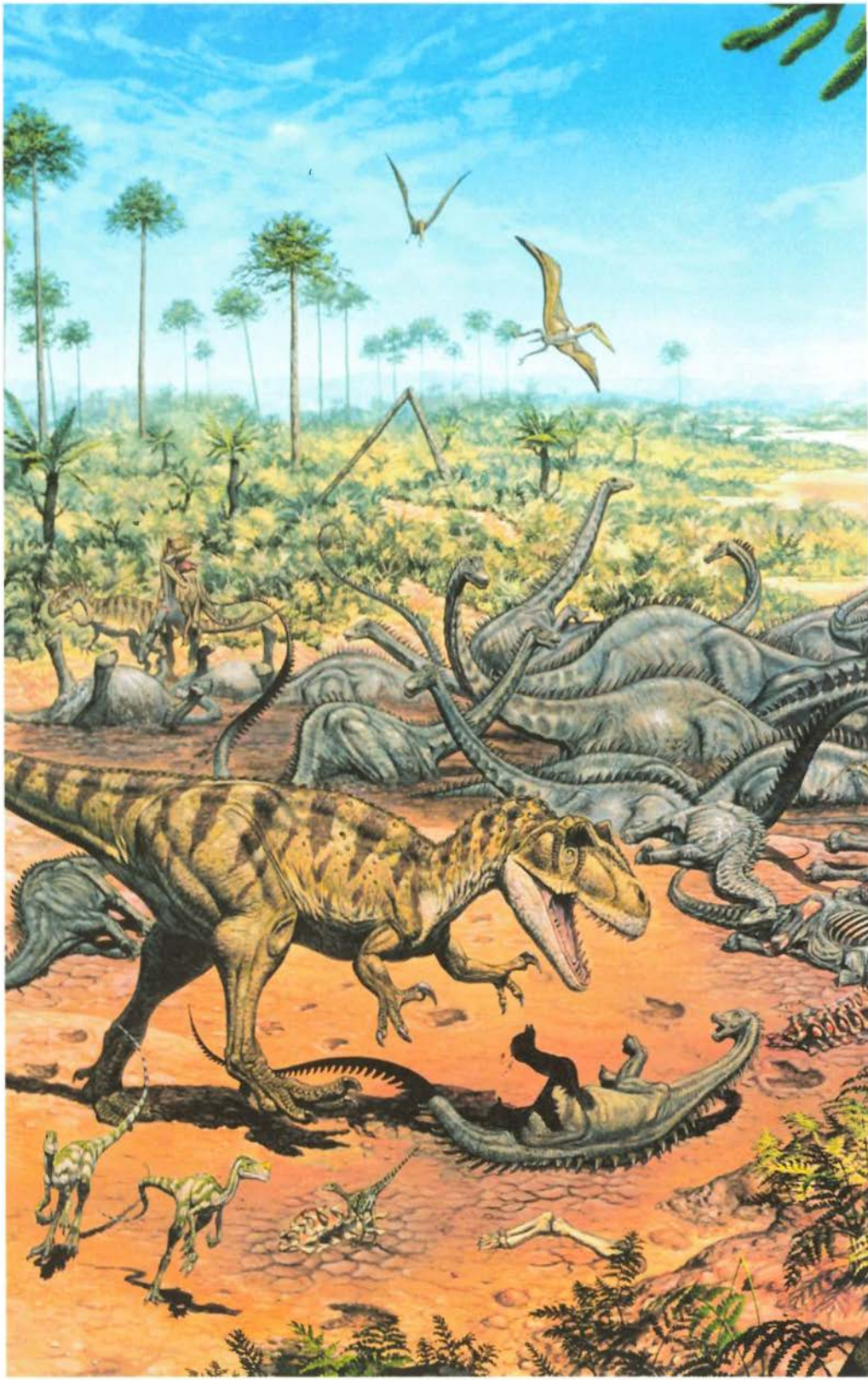
Tijdens de Boven-Jura stroomden rivieren over een grote vlakte achtergelaten door een zich terugtrekkende zeearm. Ze brachten de zanden en kleien, waaruit de Morrison Formatie is opgebouwd, mee uit een westelijk gelegen oergebergte. De toenmalige rivieren stroomden door een savanneachtig landschap. Op de open vlaktes groeiden varens, paardestaarten en wolfsklauwen. Hier en daar stonden grote naaldbomen en struikachtige palmvarens. De regenval was seizoensgebonden. Tijdens de zomer was het erg warm en vele rivieren en meren vielen droog. De dinosauriërs moesten rondtrekken om voldoende drinkwater en voedsel te vinden. Ze graasden zoveel dat ze het open landschap in stand hielden.

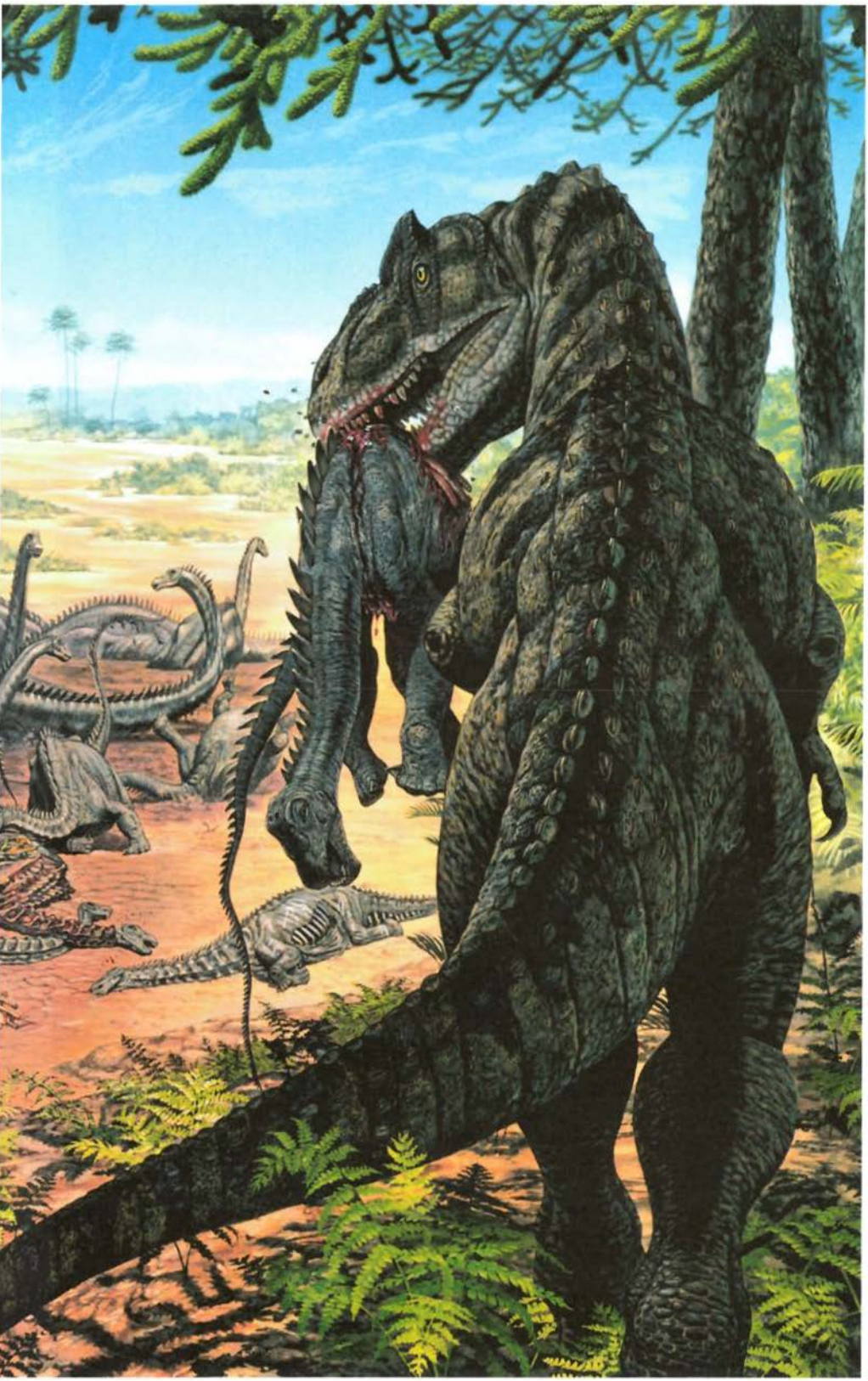
Het onderzoek van twee vindplaatsen van deze formatie in Wyoming liet toe de omstandigheden na te gaan die tot de dood van de dinosauriërs leidden die er gevonden zijn. Hoewel deze sites slechts enkele km van elkaar verwijderd zijn, waren de omstandigheden erg verschillend.

In de Howe Stephens Quarry werden een tiental skeletten opgegraven. De kadavers waren meegesleurd door een rivier en tegengehouden door een reusachtige boomstronk. fig. 15

In de Howe Quarry vindplaats zijn de overblijfselen ontdekt van kuddes "langnekken" die zich tijdens een extreme droge periode bij een uitdrogende waterbron verzameld hadden. Vele van de verzwakte jonge en volwassen dieren stierven er. De kleinste lagen het verst van de drinkplaats. Hun kadavers werden aangevreten door vleesetende dinosauriërs. Later werden de resten bedekt met slib dat door de nabijgelegen rivier tijdens een overstroming werd meegebracht. fig. 16

Deze twee vindplaatsen leverden vele skeletten uit de Boven-Jura op zoals *Camarasaurus*, *Diplodocus*, *Apatosaurus* en *Brachiosaurus*, de "langnekken", *Allosaurus*, een carnivoor, *Othnielia*, een kleine behendige tweevoeter en *Stegosaurus*, herkenbaar aan zijn rugplaten.





1.5

fig. 16

Howe Quarry,
145 miljoen jaar geleden:
reconstructie
van de sterfplaats
van sauropoden

fig. 17
Een gipsblok wordt opengemaakt

1.6 Witte jassen en kleine beentjes: in het labo van het Instituut

We verlaten het opgravingsterrein en begeven ons naar de werklokalen van het Museum. In de ateliers van de dienst paleontologie worden de fossielen ontdaan van hun gipsen bescherming en zeer nauwkeurig gereinigd. Daarna worden ze zeer minutieus onderzocht, tot in de kleinste hoekjes. Zijn er voldoende beenderen, dan wordt het skelet gereconstrueerd.

DE BEENDEREN WORDEN GEPREPAREERD

Vóór de fossielen wetenschappelijk worden onderzocht en aan het publiek worden getoond in een Museum, moeten ze volledig worden schoongemaakt. De gipsblokken die in het labo aankomen worden opengemaakt met een zaag of snijschijf. *fig* **17** De beenderen worden met engelengeduld ontdaan van het omhullende gesteente. Daarvoor gebruikt men pneumatische instrumenten. Ze worden dan verstevigd met speciale harsen; losgekomen fragmenten worden weer vastgekleefd. Dan kan elk afzonderlijk bot uit het gipsen omhulsel worden verwijderd.

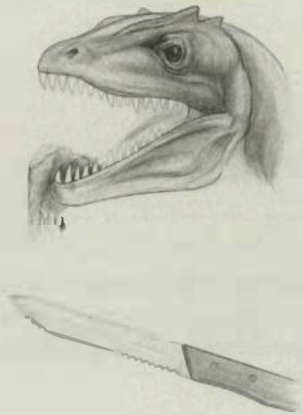


fig 18

Spitse en naar achter gebogen tanden: *Allosaurus* was een carnivoor. Hij nam zijn prooi in een stevige beet en kon hem met zijn gebogen tanden vastklemmen terwijl hij heftig kopschuddend stukken ervan losrukte.

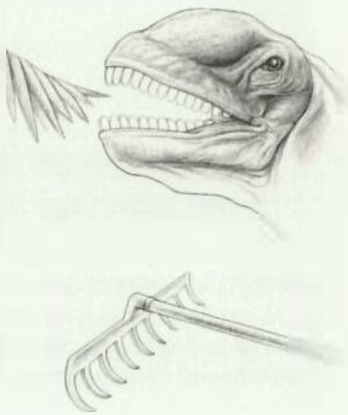


fig 19

Tanden in zaagopstelling: *Brachiosaurus* verorberde planten waarvan hij de takken ontbladerde.

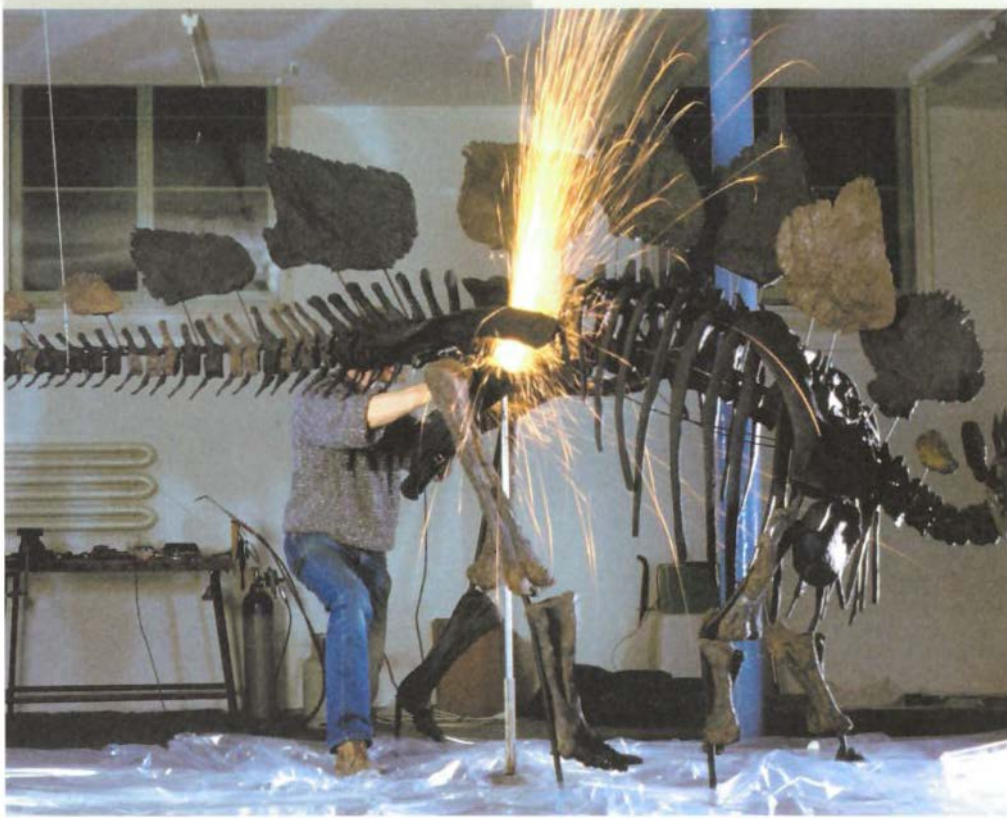


fig 20

Aangezien elk specimen uniek is (hier ziet u een *Stegosaurus*) wordt de armatuur op maat gemaakt.

HET WETENSCHAPPELIJKE ONDERZOEK

Na de reiniging worden de fossielen van alle kanten bestudeerd. Ze worden gemeten, getekend, vergeleken... Op die manier kan de paleontoloog ze identificeren en correct in elkaar steken. Er werden al honderden soorten in kaart gebracht, maar feit is dat de dinosauriërs ongetwijfeld nog vele geheimen moeten prijsgeven.

Via de informatie die de fossielen vrijgeven krijgt men ook een beter inzicht in het leven van de dinosauriërs. Een aantal uitzonderlijke fossilisatieomstandigheden heeft ervoor gezorgd dat de fijne structuur van het bot bewaard is gebleven. Het microscopische onderzoek van doorsneden van dergelijke beenderen kan kostbare informatie opleveren over de groei, de stofwisseling, de manier van bewegen ... van de dinosauriërs. Door het onderzoek van de tanden kan men dan weer nagaan of een dinosauriër een herbivoor dan wel een carnivoor was: de analogie met de tanden van de hedendaagse diersoorten, of zelfs met enkele instrumenten (zoals blijkt uit deze tekeningen), ligt nogal voor de hand. fig. 18/19

Paleontologen moeten soms vergrootglazen of microscopen gebruiken om bepaalde resten van dinosauriërs te onderzoeken. Want lang niet alle dinosauriërs waren reuzen! Door bepaalde delen van vindplaatsen zorgvuldig te zeven ontdekt men soms microfossielen, zoals de tanden of klauwen van kleine carnivoren die nauw verwant zijn met *Velociraptor*. Zo heeft men in de nabijheid van een nest met dinosauriëreieren in het Roemeense Totesti klauwen van een baby – of was het een embryo – van een vleesetende dinosauriër gevonden.

HET MONTEREN

Wanneer een min of meer compleet skelet is gevonden, is het interessant het aan het publiek voor te stellen in een "natuurlijke", zeg maar levensechte houding. Daarom wordt er een metalen structuur ontworpen die zo discreet mogelijk wordt gehouden en waarop de beenderen van de dinosauriër worden vastgemaakt. Afgietsels in hars vervangen de ontbrekende stukken. fig. 20

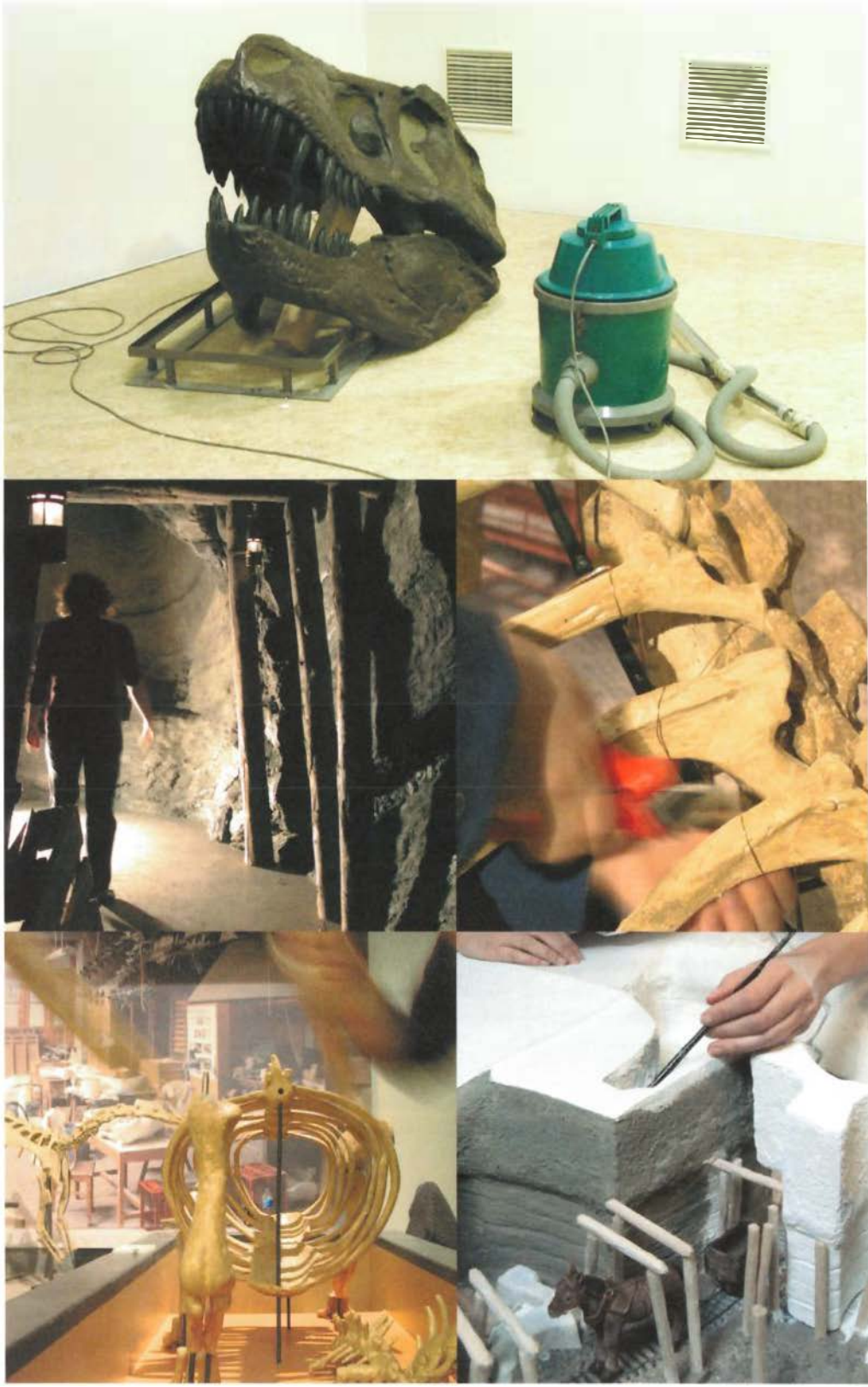
Deze reconstructies weerspiegelen meestal de biomechanische hypothesen die bij het monteren gangbaar zijn. Zij zijn dus vatbaar voor discussie en worden na nieuwe ontdekkingen soms helemaal herzien. Maar in een aantal gevallen is er geen ruimte voor twijfel: met zijn geatrofieerde voorpoten en zijn krachtige achterpoten kon *Tyrannosaurus* niets ander dan een tweevoeter zijn. Door het gewicht van zijn massieve schedel, met daarop drie lange hoorns en een brede beenkraag, kon *Triceratops* zich moeilijk anders dan op vier poten voortbewegen.

Toch ligt het niet altijd voor de hand of een dinosauriër een tweevoeter dan wel een viervoeter was. Bepaalde dieren hanteren de beide manieren en passen ze toe in functie van de omstandigheden. Zo gaat men er nu van uit dat *Iguanodon bernissartensis* op vier poten stapte en op twee poten liep. *Plateosaurus*, een van de eerste dinosauriërs met een lange nek, was vermoedelijk een viervoeter, maar kon zich nu en dan op twee poten rechtzetten, bijvoorbeeld om zich te goed te doen aan een hoge boomkruin.

Alleen een gedetailleerd anatomisch onderzoek kan antwoorden aanreiken: de verhoudingen van de ledemaatsegmenten, het uitzicht van de gewrichten, de aanhechting van de spieren ...

Maar zelfs bij de meest complete fossielen zijn de paleontologen het lang niet altijd eens over hoe ze die gegevens moeten interpreteren.

1.7



1.7 Van Labo tot Tentoonstelling: Achter de schermen van 'Dig a Dino'

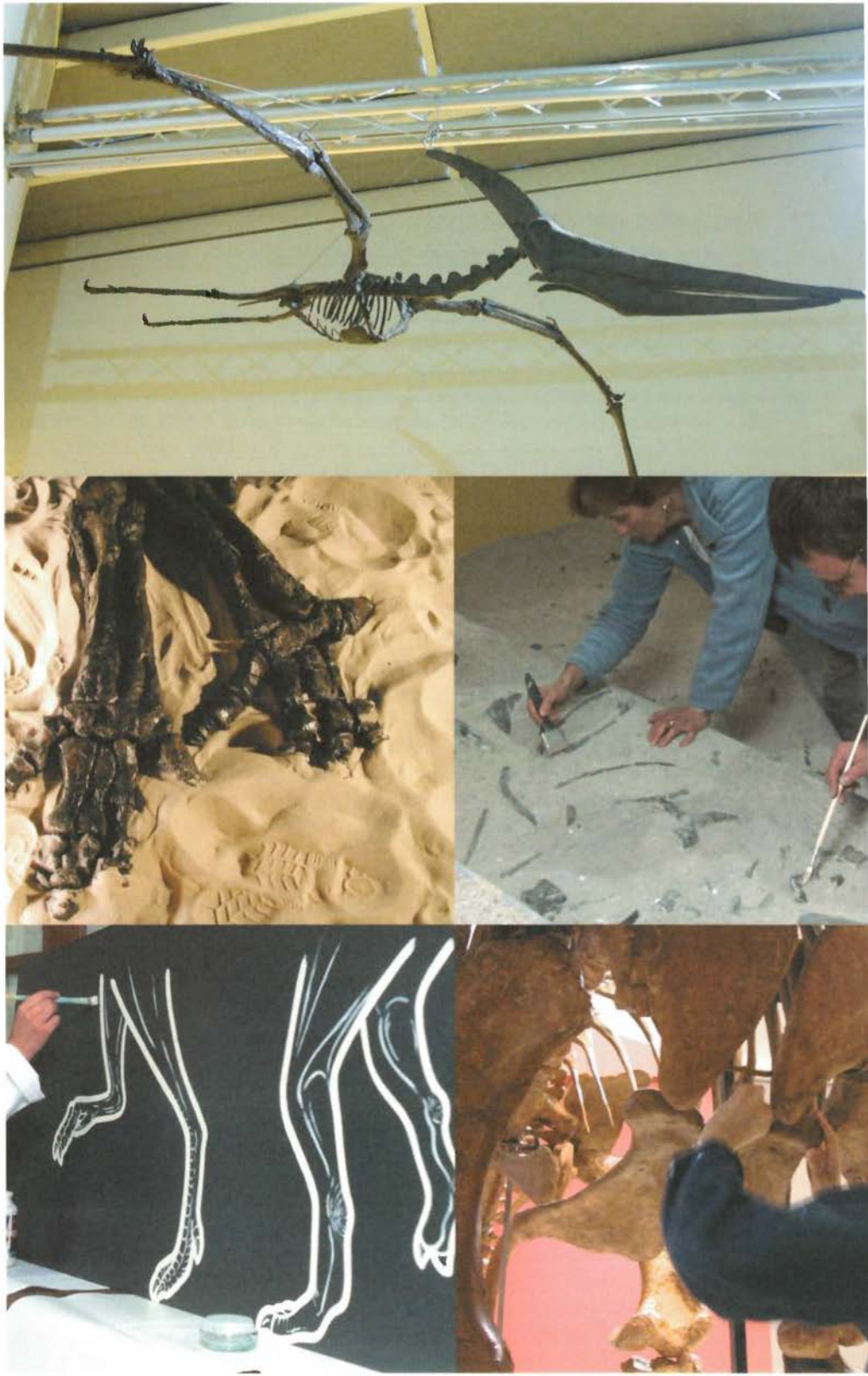
Het skelet van een dinosauriër wordt op de vindplaats opgegraven, overgebracht naar een laboratorium en onderzocht. Pas dan is het klaar voor zijn eerste publieke optreden... Ten tijde van de eerste voorstelling van een iguanodon aan het grote publiek in 1882, waren de tentoonstellingsmiddelen nog zeer rudimentair: het in een vitrine tentoongestelde object "sprak voor zichzelf". In de beste gevallen wordt de dinosauriër vergezeld van een naamplaatje met zijn Latijnse naam, de vindplaats en de "vinder". Sindsdien verdienen de voorwerpen, maar ook het ideeëngoed erachter, veel meer aandacht. Er worden veel meer specifieke beroepsmensen bij betrokken. Anno 2002 is een wetenschappelijke tentoonstelling niet meer denkbaar zonder de tussenkomst van een scenograaf of een museoloog. Een blik achter de schermen van de tentoonstelling *Dig a Dino*, een 100% 'in huis' gerealiseerd product door het Museum voor Natuurwetenschappen.

NOG EEN EXPO OVER DINO'S !

Het Museum voor Natuurwetenschappen, bij het grote publiek beter gekend als het "Dinomuseum", herbergt een fossielenverzameling die uniek is in de hele wereld. Onze paleontologen nemen regelmatig deel aan opgravingen in Binnen-Mongolië, Rusland of Transsylvanië. De jongste jaren ontdekten ze er zeer waardevolle specimens. Om de resultaten van deze opzoekingen tentoon te stellen en aan het publiek bijzonder geactualiseerde wetenschappelijke informatie mee te geven, heeft het Museum een nieuwe tentoonstelling opgezet. Tien jaar na de Amerikaanse robotten van *Dinosaurs & Co*, pakt *Dig a Dino* dit keer uit met échte vedetten. De tentoongestelde skeletten behoren tot de fraaiste fossielen die de jongste jaren aan het licht zijn gekomen (het Engelse werkwoord *to dig* betekent "opgraven"). Door films zoals *Jurassic Park*, *Walking with Dinosaurs* (de documentairereeks van de BBC) of *Dinosaur* van de Disneystudio's, hebben deze wezens uit ver vervlogen tijden een denkbeeldige wereld en cultuur op gang gebracht. *Voor de wetenschappers, de museologen en de publiekswerkers van het Museum was het hoog tijd om realiteit en fictie uit elkaar te halen. Want de enige zekerheid die we hebben... zijn de fossielen. De aankleding, de kleuren en de levenswijzen die in die films aan bod komen zijn niet veel meer dan zuivere veronderstellingen. Onvoorstelbaar creatief, dat wel, maar men moet ook abstractie kunnen maken en terugkeren naar de systematische en georganiseerde aanpak van de paleontologen. Een boeiend beroep dat we in de schijnwerpers hebben willen plaatsen.* (Michèle Antoine, museologe).

DE WETENSCHAPPERS EN DE TENTOONSTELLING

Bij het hele proces van *Dig a Dino*, vanaf het concept over de productie en zelfs tot de promotie waren drie paleontologen betrokken. Ze werkten mee achter de schermen, maar ook op de bühne zelf, want hun werk staat in de kijker. *Wie spreekt over paleontologie, denkt niet meteen aan fossielen (in de brede zin), maar aan dinosauriërs. Maar de paleontologie reikt veel verder dan het onderzoek van dino's. Het leven op aarde begon zo'n 3,5 miljard jaar geleden. Dinosauriërs leefden over een tijdsspanne van 165 miljoen jaar. Veel mensen "zien door de bomen het bos niet meer". Want de dino's (de bomen, zeg maar) hebben de aandacht van het geheel van de levende wezens op aarde (het bos) afgeleid. Daarom is het belangrijk een evenwicht te handhaven in het paleontologische onderzoek, vooral in een onderzoeksinstituut als het onze waar we geboeid zijn door de geschiedenis van het leven en dus alle vormen van leven, niet alleen van de dinosauriërs.* (Pierre Bultynck, Directeur van het Departement Paleontologie).



HET SCENARIO

De tentoonstelling is opgevat als een verhaal. Het scenario verloopt als een dialoog tussen wetenschappers en museologen. De wetenschapper draagt bij tot een nieuwe kijk op het onderwerp aan de hand van de jongste evoluties in het onderzoek en probeert de fundamentele thema's inhoud te geven. Met de wetenschappelijke informatie als vertrekpunt brengt de museoloog een verhaal dat toegankelijk is voor een bepaalde doelgroep, in dit geval een gezinspubliek. Deze enscenering wordt door de wetenschapper ingevuld met concepten of voorwerpen (teksten, beelden, installaties...). De animatoren van het Museum, die het publiek door en door kennen, werken mee aan de vormgeving en de verwoording van de tentoonstelling die ze "testen" door zelf in de huid van de toekomstige bezoeker te kruipen.

EEN PERMANENTE OIALOOG TUSSEN MUSEOLOOG EN SCENOGRAAF

Hoe ontstaat het concept van een tentoonstelling en op welke manier wordt ze ingericht? *Een tentoonstelling is in de eerste plaats het resultaat van heus teamwerk. De samenwerking tussen de verschillende vaklui van de tentoonstelling is en blijft van doorslaggevend belang. De scenograaf zorgt voor de ruimtelijke invulling, voor het dynamische aspect van het bezoek. Hij respecteert de rode draad in het gedachtegoed van de museoloog, maar de concrete uitwerking ervan is zijn vak. Bij Dig a Dino werd de volgende redenering gevolgd: er werden dinosauriërs ontdekt, maar door wie en hoe?* (Claire de Visscher, scenograaf). Het vertrekpunt van de tentoonstelling is dus een reconstructie-evocatie in ware grootte van de koolmijn van Bernissart. Daarna stapt de bezoeker als het ware in het spoor van de paleontoloog, om zijn werk op het terrein te ontdekken. De technieken en materialen die men nu gebruikt voor de opbouw van een tentoonstelling evolueren zeer snel, maar in wezen zijn de opgravingstecbnieken nagenoeg onaangeroerd gebleven. In de volgende zone wordt toegelicht hoe men een dinosauriër reconstrueert. De bezoeker wordt uitgenodigd om een driedimensionele dinopuzzel in elkaar te zetten. Zo ondervindt hij "aan de lijve" hoe moeilijk het wetenschappelijk werk in het labo kan zijn. Uiteindelijk worden de grote vedetten ten tonele gevoerd, op échte podia nog wel: de fossielen die in Wyoming ontdekt werden door het team van het Zwitserse Sauriermuseum uit Aathal. *De dinosauriërs blijven uiteraard dé sterattractie, maar doel van deze tentoonstelling is wel degelijk het werk van de paleontoloog naar waarde te schatten.* (Claire de Visscher, scenograaf). Aan de bouw van de tentoonstelling werkt al vele maanden een heel team vakmensen — schrijnwerkers, elektriciens, lassers... — alsook maquettebouwers en grafici die alle tekeningen en toelichtingen netjes op hun plaats zetten. Samen met de twee mensen die zich exclusief bezig houden met het maken van de vele tentoongestelde gietvormen, telt het volledige team zo'n twintig mensen.

VAN VITRINE NAAR WEBSITE

De tentoonstelling is een multimediale happening: van de vitrinekast met een authentiek voorwerp tot de tastbare reproducties, van de interactieve panelen tot video en computerspelletjes. Maar dat is lang niet de enige manier om een wetenschappelijke boodschap te formuleren en door te geven. Animatoren (of mediatoren) staan in rechtstreeks contact met het publiek en geven kennis "op maat" door aan de hand van alle mogelijke activiteitenregisters (animatie, bezoek, atelier, verhalen, spelletjes ...). En dankzij het internet kunnen er nieuwe communicatie- en promotiemiddelen worden ontwikkeld. Elke tentoonstelling heeft voortaan zijn eigen webstek, met nóg meer foto's en legendes.

Zeg nu zelf, die dino's zijn een onuitputtelijke bron van inspiratie -en bespiegeling-, toch?

Ideeën om uit te diepen

Of hoe wetenschappelijke theorieën evolueren

2.1 Dinosauriërs waren geen "vreselijke hagedissen"

De term "dinosauriër" vloeit in 1841 uit de pen van de beroemde Britse paleontoloog Richard Owen. Met dit woord duidt hij een nieuwe dierengroep aan. "Vreselijke hagedis"! Het woord is ontleend aan de Griekse woorden *deinos* (=vreselijk) en *sauros* (=hagedis) en leunt vrij goed aan bij het beeld dat men toen van deze dieren had: monsterachtige reptielen met soms reuzegrote afmetingen. Onder de fossielen die tot dusver waren opgegraven was er nog geen enkel compleet skelet aan het licht gekomen. Iedereen liet zijn verbeelding dus de vrije loop om de ontbrekende stukjes aan te vullen. *fig.* **21**

Na meer dan anderhalve eeuw opgravingen en ontdekkingen, beschikt de paleontoloog nu over veel meer materiaal. Tot nu heeft men verscheidene honderden soorten dinosauriërs kunnen identificeren en heeft men veel sporen ervan gevonden over de hele wereld: fossielen, afdrukken, nesten, eieren ...

Voor het interpreteren van fossiele resten van dinosauriërs kan men terugvallen op de kennis die verworven werd dankzij de vooruitgang in andere wetenschappelijke disciplines, zoals de geologie (de ouderdom van afzettingen) of de paleo-ecologie (analyse van de maaginhoud of van de coprolieten om het soort voedsel te kunnen bepalen, analyse van de pollen om het soort flora te achterhalen...).

Door al deze ontdekkingen – maar ook dankzij de vooruitgang in de onderzoekstechnieken die de paleontologen hanteren – kan men deze uitgestorven soorten met een toenemende precisie in kaart brengen. Nu slaagt men erin verrassend levensechte voorstellingen te maken: men is er niet alleen in geslaagd het uitzicht en de biologie van de dinosauriërs te reconstrueren, maar ook hun leefwijze, hun plaats in het ecosysteem en zelfs de omringende fauna en flora. Oordeel zelf maar! *fig.* **22**
Niemand heeft ooit een levende dinosauriër gezien, en dat zal ook nooit gebeuren. Toch weten we of ze in kuddes of alleen leefden, waar ze hun eieren gingen leggen, hoe ze zich verplaatsten, welke hun geografische spreiding was, hoe ze zijn gestorven of in welke tijd ze hebben geleefd.

2.1

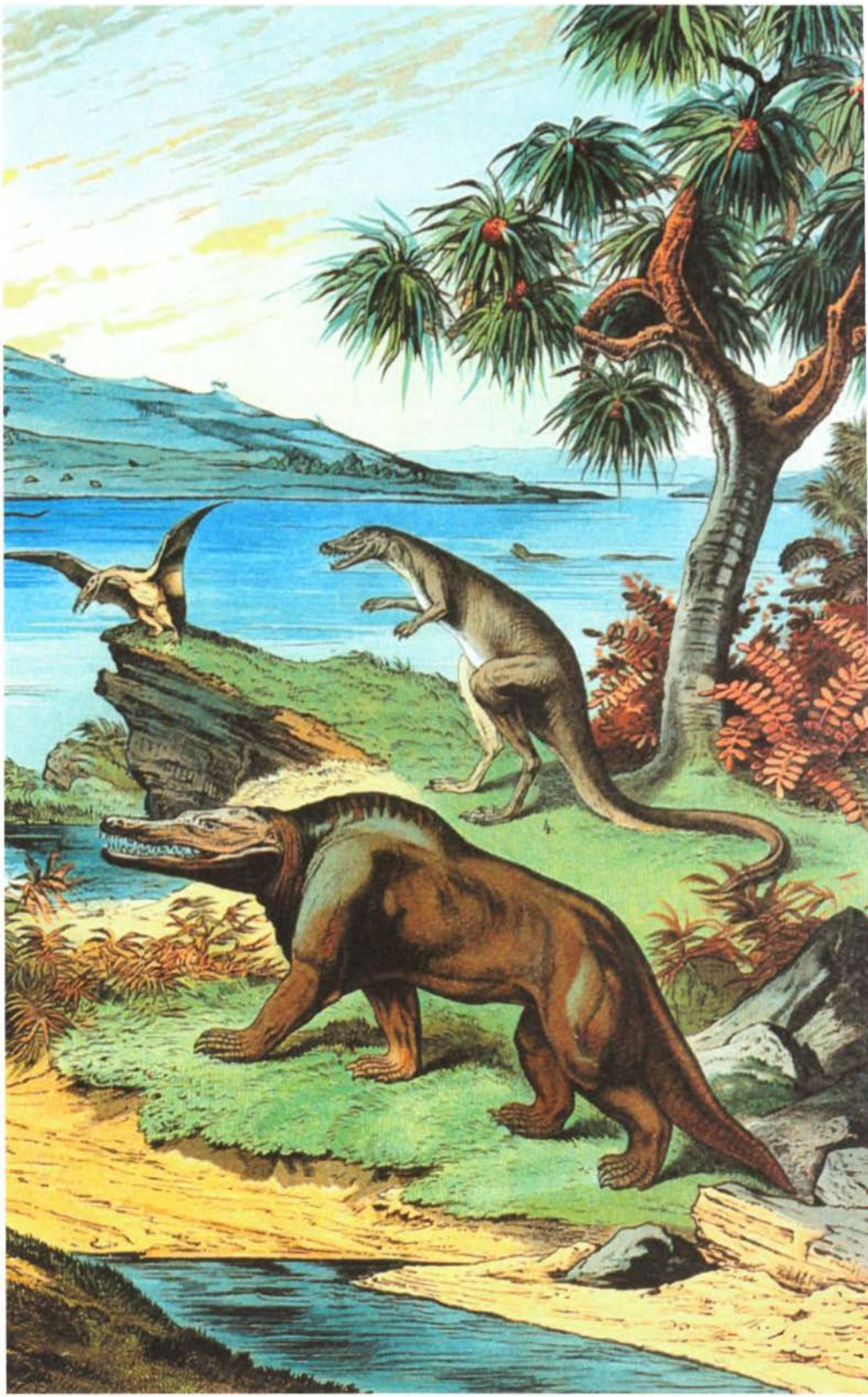


fig. **21**
Ets uit 1880

Parallel hiermee werd ook de systematiek – de classificatie van de organismen en de bepaling van de evolutieve verwantschappen tussen hen – grondig herschikt. Heel wat benamingen en/of afstammingen die algemeen gangbaar waren, zijn ondertussen wetenschappelijk achterhaald. In dit hoofdstuk wordt uit de doeken gedaan waarom dinosauriërs helemaal niet "vreselijk" en zeker ook geen "hagedissen" waren!

Inderdaad, 165 miljoen jaar lang hebben de dinosauriërs zich sterk gediversifieerd als reactie op een veranderend milieu. Los van enkele schrikwekkende en reusachtige roofdieren, waren de meeste dinosauriërs rustige planteneters of kleinere soorten, soms zelfs niet groter dan een kalkoen. Een groep die de omschrijving "vreselijk" helemaal niet verdient.

Tot voor kort werden de dinosauriërs in de classificatie van het dierenrijk ondergebracht in de groep van de reptielen, samen met de hagedissen, de schildpadden en de krokodillen. Vandaag is er geen sprake meer van "reptielen". Er wordt aan de omschrijving van deze groep niet langer wetenschappelijke waarde gehecht en in de moderne systematiek zijn de dinosauriërs en de hagedissen nog slechts verre neven. Het woord dino-SAURUS wordt dus verder uitgehold.

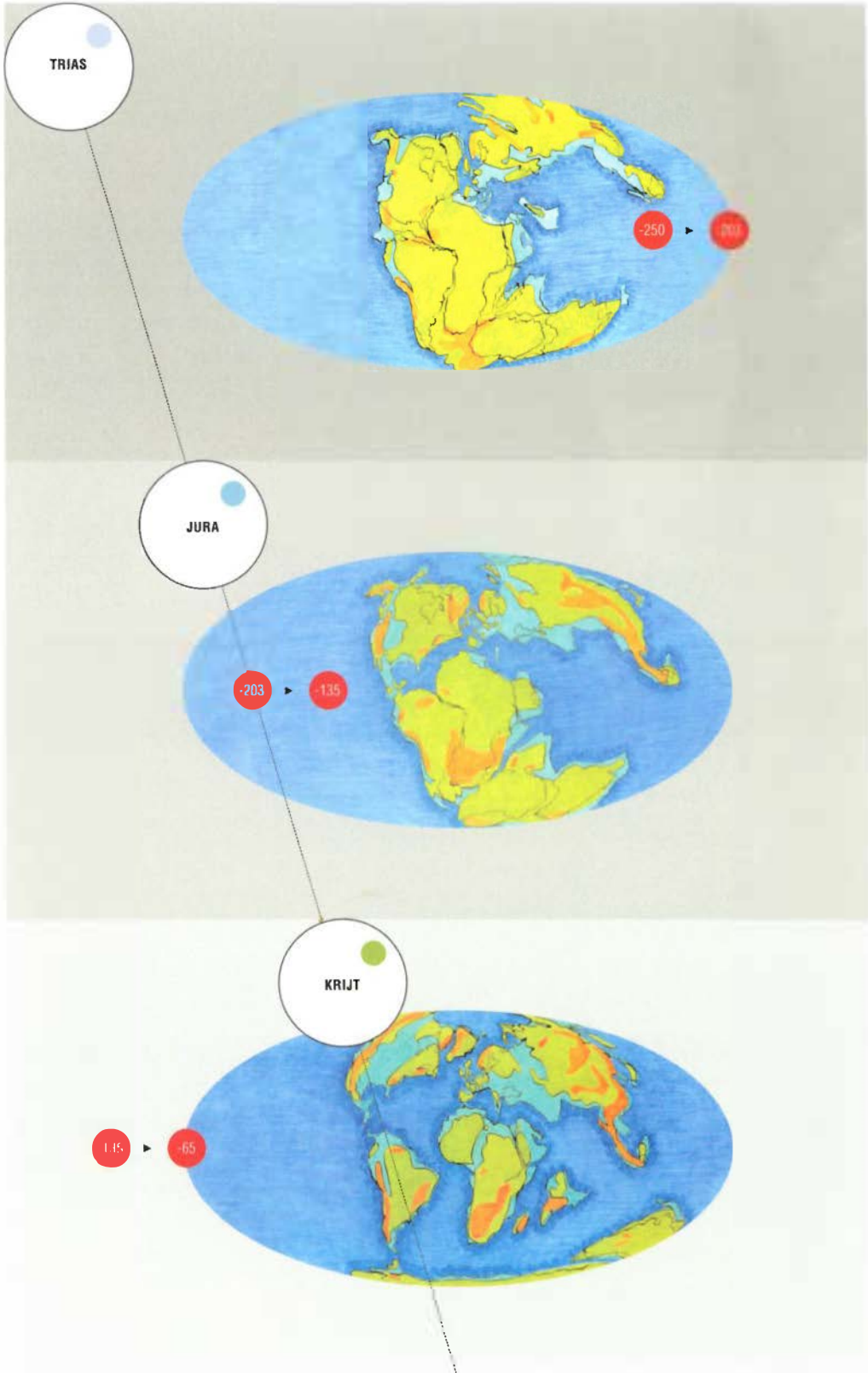
Verder hebben we het ook over de eieren van dinosauriërs, het belang ervan in de biologie van deze dieren en de kopzorgen die zij de vorsers baren. En dan moeten we toch even stilstaan bij het "plotse" uitsterven van een groep die zo welig tierde het hele Secundair. Tenzij de dinosauriërs niet allemaal uitgestorven zijn ...

2.1

2.1

fig. **22**

Reconstructie
van het landschap
van Bernissart
ten tijde
van de iguanodons


TRIAS
-250
JURA
-203
-135
KRIJT
-65

2.2 Ze heersten gedurende 165 miljoen jaar over de aarde

In de loop van het Mesozoïcum ontstonden de dinosauriërs, kenden ze hun hoogtepunt en stierven ze uit. Hun omgeving veranderde gedurende deze lange periode net als de fauna en flora zowel op het land, in zee als in de lucht.

HET TRIAS

De continenten vormden van 250 tot 203 miljoen jaar geleden één aaneengesloten blok. Er heerste een warm en vochtig klimaat. In de oceanen nam het aantal soorten ammonieten en zeereptielen toe. In het begin van het Trias domineerden de Synapsidae, de voorouders van de zoogdieren, het vasteland, maar geleidelijk aan maakten ze plaats ze voor modernere gewervelde dieren. Op het einde van het Trias verschenen immers schildpadden, krokodillen, pterosauriërs ("vliegende reptielen"), zoogdieren en dinosauriërs.

DE JURA

De Jura duurde van 203 tot 135 miljoen jaar geleden. Het klimaat was warm. De zeeën waren bewoond door tweekleppige weekdieren, ammonieten, vissen en grote reptielen zoals de plesiosauriërs en de ichthyosauriërs. Dinosauriërs domineerden de landfauna; de zoogdieren bleven klein. De oudste gekende vogel dateert van het einde van de Jura. Tijdens de Jura kwamen, naast uitgestorven plantensoorten, o.a. ook paardestaarten, varens, varenpalmen, de groep van de ginkgo's en primitieve naaldbomen voor.

HET KRIJT

Tussen 135 en 65 miljoen jaar geleden namen de continenten hun huidige plaats in terwijl de Atlantische Oceaan volledig open ging. Het was minder warm dan tijdens de Jura. In de oceanen leefden bijzonder veel soorten weekdieren en stekelhuidigen zoals zee-egels en zeesterren. Op het land verspreidden de bloemplanten zich. Op het einde van het Krijt verdwenen alle ammonieten en zeereptielen uit de oceanen, alle pterosauriërs uit de lucht en alle dinosauriërs van het land.

2.3

fig. 23

fig. 24
Ets uit 1886

2.3 Zeg nooit meer: “De dinosauriërs waren reptielen”. Maar zeg : “De dinosauriërs waren archosauriërs”.

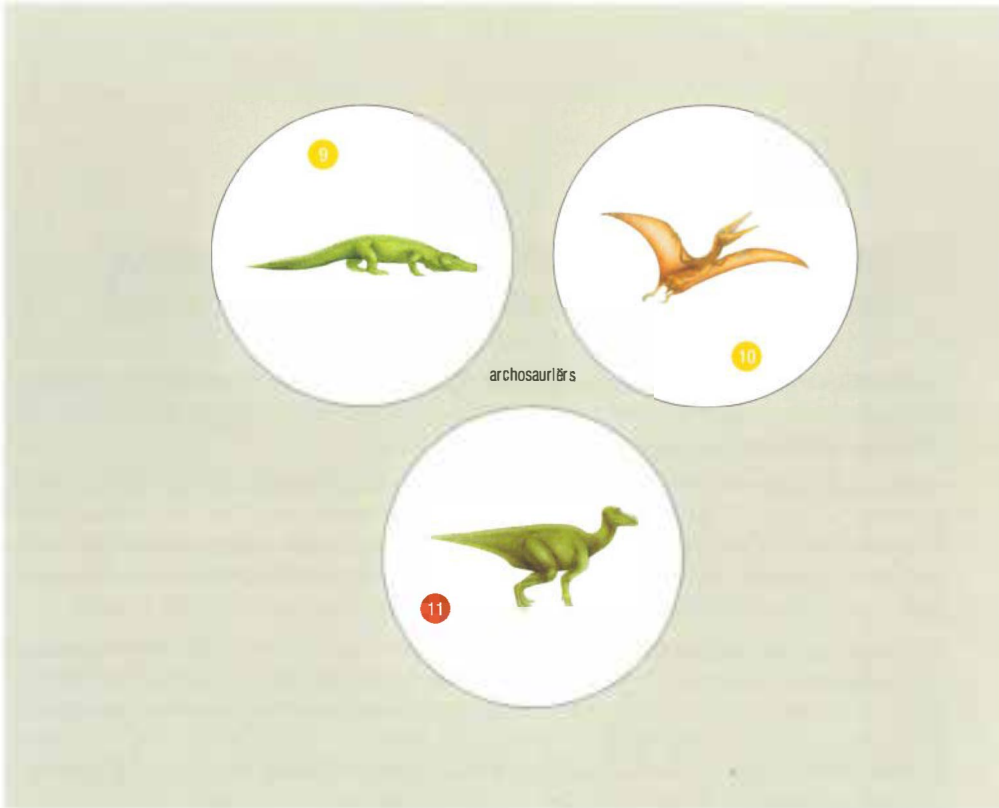
In een bibliotheek worden boeken gerangschikt volgens genre, auteur of onderwerp. Zo worden ook de dieren- en plantensoorten – zowel de levende als de uitgestorvene – door de systematici onderverdeeld in grotere groepen: klassen, orden, families,...

Aanvankelijk moesten de wetenschappers aan de hand van deze classificatie gewoon wegwijs raken in de wirwar van gegevens over de levende wereld: de eerste classificaties fig. 23 / 24 werden gemaakt door plantkundigen om de geneeskrachtige planten op een eenduidige manier te kunnen herkennen en bij naam te noemen. Vandaag is deze classificatie een fundamenteel instrument geworden voor de studie van de fylogenetische verwantschappen tussen de organismen, en dus van de evolutie.

De anatomie en de morfologie zijn de meest klassieke criteria voor het classificeren van soorten: wetenschappers bestuderen en vergelijken de vorm en de structuur van de organen of van het skelet van de dieren. Daarna onderscheiden en classificeren zij de soorten in functie van hun verschillen en gelijkenissen. Wanneer het mogelijk is, levert ook de embryonale ontwikkeling van de organismen kostbare informatie op. Sinds kort kan men ook terugvallen op de rechtstreekse vergelijking van het genetisch patrimonium dankzij de analyse van de structuur van de DNA-moleculen. Naarmate de wetenschappers steeds meer vooruitgang boeken in hun kennis omtrent de levende wereld, worden ook de classificaties aangepast.

De classificatie van de gewervelde landdieren werd helemaal herzien omdat een veel strakker vergelijkingsinstrument tussen de organismen en de groepen van organismen tot stand is gekomen: het cladisme. In tegenstelling tot de oude classificatie, houdt het cladisme niet langer rekening met de algemene gelijkenissen tussen organismen, maar enkel met de nieuwe karaktertrekken die eigen zijn aan alle afstammelingen van een gemeenschappelijke voorouder. Deze classificatie wil dus nauwer aansluiten bij de evolutie. Daarom worden biologische groepen die gedetermineerd werden op basis van ontbrekende gegevens (dus groepen die bepaalde geëvolueerde karaktertrekken **niet vertonen**) nu geweerd. Dat geldt voor de “reptielen”, dieren die in een zelfde groep werden ondergebracht omdat zij geen veren zoals de vogels en geen melkklieren zoals de zoogdieren hadden.

Nu nog de boodschap overbrengen aan het grote publiek...



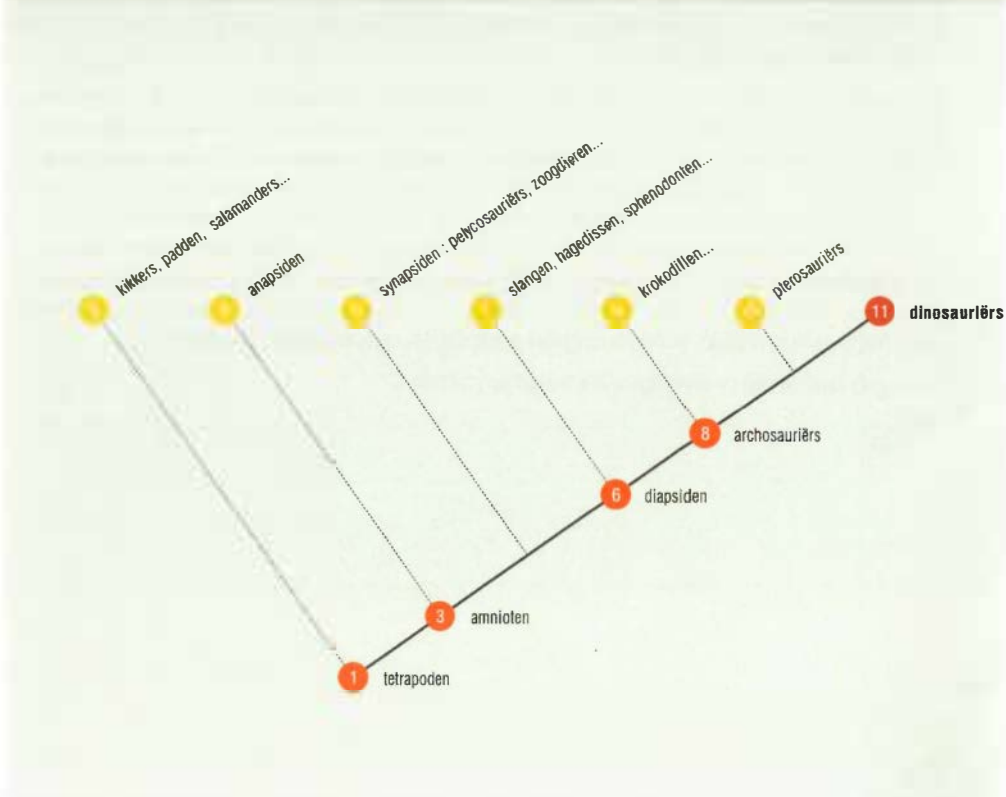


fig. 25

De classificatie van de dinosauriërs kan in een cladogram samengevat worden. Dit schema wordt als volgt gelezen: tetrapoden worden opgesplitst in kikkers, padden... enerzijds en in amnioten anderzijds. De amnioten worden op hun beurt opgesplitst in anapsiden, synapsiden en diapsiden. En zo gaat het voort...

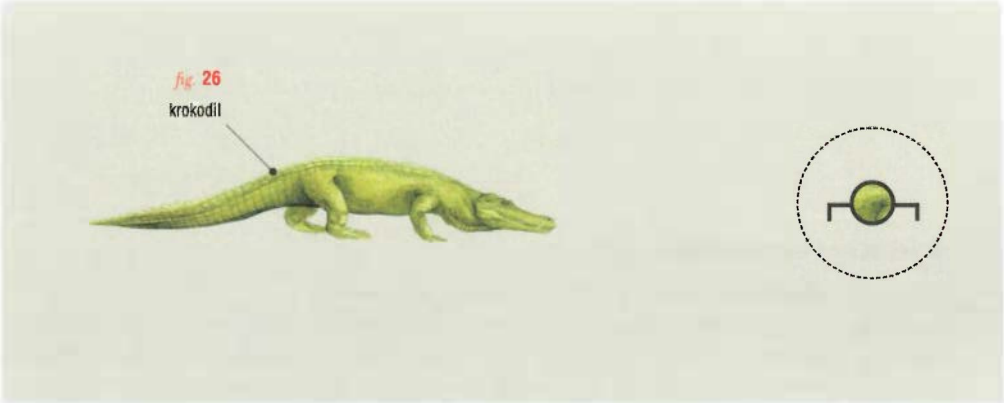
DE FYLOGENIE VAN DE DINOSAURIËRS *fig* 25

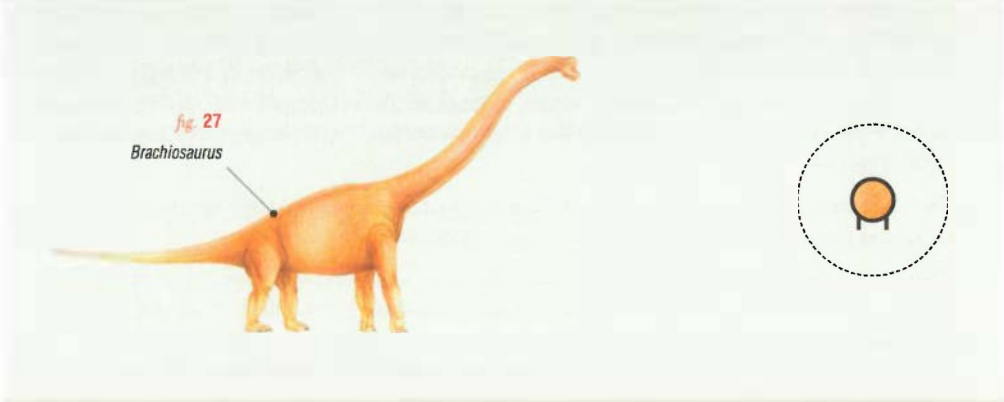
In de systematiek worden de dinosauriërs nu als volgt omschreven.
De dinosauriërs waren **tetrapoden** (of viervoeters), dus gewervelde landdieren. Zij behoren tot de groep van de **amnioten**, zoals de zoogdieren en de vogels. Bij alle soorten van deze groep ontwikkelen de embryo's zich in een zak gevuld met vruchtwater (amnios). Bij bepaalde soorten, de zoogdieren bijvoorbeeld, ontwikkelt deze zak zich in de moeder en is hij er verbonden met de placenta; bij andere, zoals bij de dinosauriërs, wordt de vruchtzak uitgestoten en beschermd door een schaal: het ei is aangepast voor ontwikkeling op het land. Bij de primitievere viervoeters daarentegen, waartoe de huidige amfibieën behoren (kikkers, padden, salamanders), verlopen de eerste ontwikkelingsstadia in het water en moet het dikkopje nog een gedaanteverwisseling ondergaan voor het aan land kan evolueren.

De amnioten worden meestal onderverdeeld in drie grote groepen, in functie van de structuur van de achterkant van hun schedel: de anapsiden, de synapsiden en de diapsiden.

Samen met de krokodillen, de slangen, de hagedissen en de huidige sphenodonten, behoren de dinosauriërs tot de groep van de **diapsiden**. Kenmerkend voor de diapsiden is de aanwezigheid van twee paar slaapvensters achteraan de schedel. Deze openingen zorgen voor een betere aanhechting van de kaakspieren. De schildpadden daarentegen hebben geen slaapvenster: daarom worden ze afzonderlijk ondergebracht in de groep van de **anapsiden**.

In de grote groep van de diapsiden, vallen de dinosauriërs onder de categorie van de **archosauriërs**, samen met de krokodillen, de pterosauriërs (vliegende reptielen) en een aantal primitieve groepen. Kenmerkend voor de archosauriërs zijn onder meer de tanden die ingeplant zijn in holten van het kaakbot: een vooruitgang die ervoor zorgt dat de tanden beter kunnen worden vervangen. Zij onderscheiden zich ook door een paar extra openingen voor de oogholten. Bij de andere diapsiden – hagedissen, slangen, sphenodonten – zijn de tanden meestal min of meer met de kaakbeenderen vergroeid.





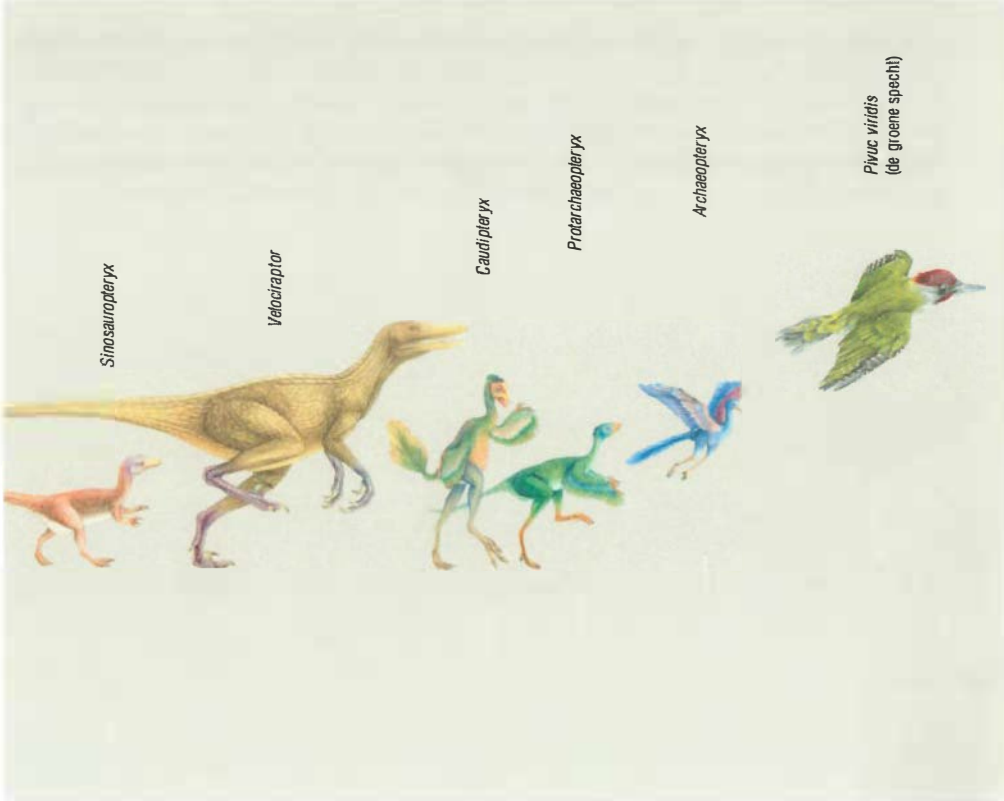


fig. 28
Van de theropoden tot de recente vogels

De dinosauriërs onderscheiden zich meer bepaald van de andere archosauriërs door hun houding: hun rechtopstaande houding is vergelijkbaar met die van de zoogdieren. Kijk maar eens naar de manier waarop hun poten ingeplant zijn. Bij de dinosauriërs stonden de poten verticaal onder het lichaam. Bij de andere archosauriërs zijn de poten zijdelings ingeplant. Met zo'n houding konden de dinosauriërs sneller lopen dan de andere archosauriërs. Dat was misschien de verklaring voor het succes dat hun evolutie tijdens nagenoeg 165 miljoen jaar over de continenten heen kende. Ook kenmerkend voor de dinosauriërs is de zware staart die hun lichaam in evenwicht hield. fig 26 / 27

DE DRIE GROTE GROEPEN VAN GEËVOLUEERDE ARCHOSAURIËRS

De dinosauriërs, krokodillen en pterosauriërs zijn ontstaan op het einde van het Trias.
De voorouders van de dinosauriërs waren kleine, tweevoetige archosauriërs met een licht lichaam.
De eerste krokodillen stamden af van een van de vele groepen primitieve archosauriërs uit het Trias, maar de moderne krokodillen doken op in het begin van het Krijt.
De pterosauriërs van hun kant waren de eerste gewervelde dieren die zich waagden aan een actieve vlucht. Die van het Boven-Trias en van de Jura waren meestal klein van gestalte, ongeveer zo groot als een meeuw. Ze werden minder talrijk eens de vogels er waren. Pas in het Boven-Krijt evolueerden de grote pterosauriërs, zoals *Pteranodon*. Hun vleugels werden gevormd door een vlieghuid die gespannen zat tussen het lichaam en de bovenmaatse vierde vinger van de hand. Ze hadden een lichte schedel en hun lange fijne beenderen waren hol.

De dinosauriërs zijn uitgestorven op het einde van het Krijt, maar niet zonder ons rechtstreekse afstammelingen na te laten: de vogels. De eerste vogels doken op in de Boven-Jura. Hun voorouders waren kleine vleesetende dinosauriërs, theropoden, nauw verwant met *Velociraptor*. *Archaeopteryx* is de oudste gekende vogel en leefde circa 150 miljoen jaar geleden. We komen er later op terug. fig 28

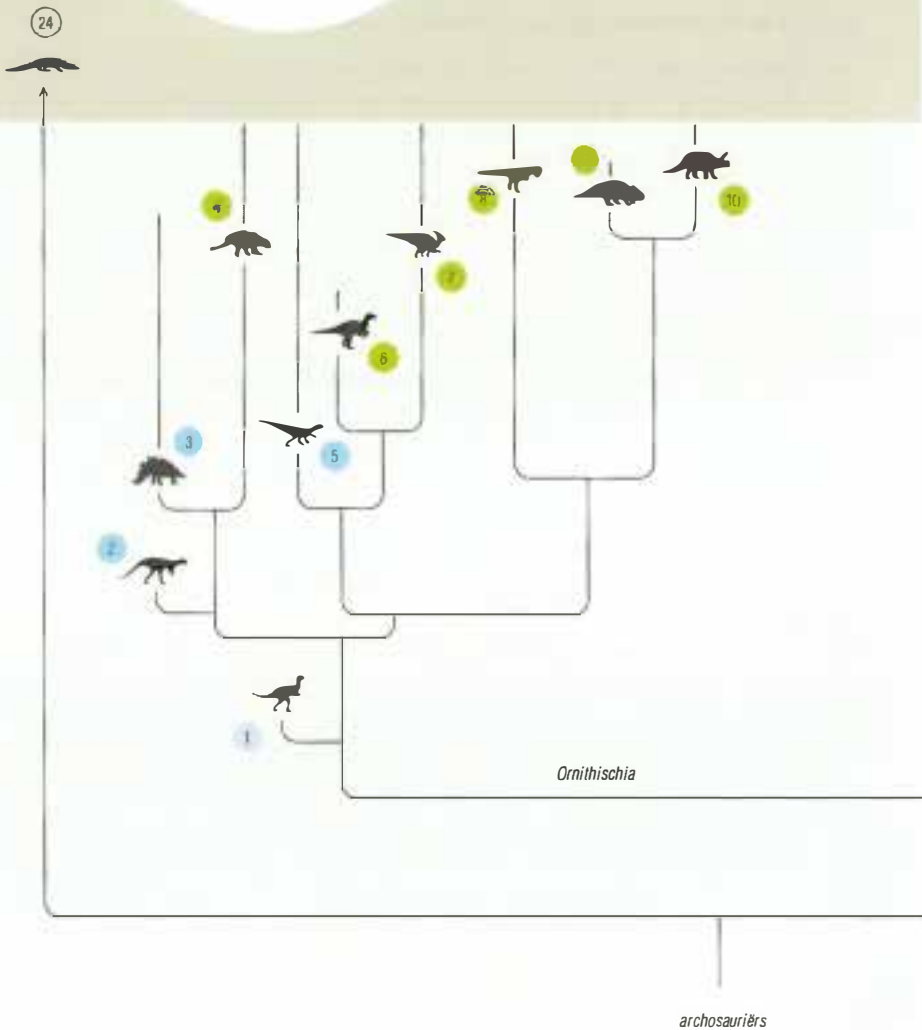
Sinds het uitsterven van dinosauriërs overheersen, in de groep van de gewervelde dieren, de zoogdieren op het vasteland. Er bestonden al primitieve zoogdieren sinds het Boven-Trias, zo'n 210 miljoen jaar geleden. Men heeft zelfs weet van verre voorouders in het Boven-Carboon (315 tot 295 miljoen jaar terug).

Alles blijkt er op te wijzen dat er een verband bestaat tussen de opkomst van de zoogdieren en het verdwijnen van de dinosauriërs: de vrijgekomen plaats werd ingenomen door de dierengroep met het grootste aanpassingsvermogen en die er het beste voordeel uit kon halen. Kenmerkend voor hun voorouders, de **synapsiden** (3de subgroep van de amnioten), was de aanwezigheid van één paar slaapvensters achter de oogkassen. Zo'n schedelstructuur vindt men reeds terug bij de meest primitieve synapsiden, de **pelycosauriërs**. Hun poten stonden nog zijdelings op het lichaam. Maar naarmate ze evolueerden, kwamen de poten van de synapsiden geleidelijk aan verticaal onder het lichaam te staan, zoals bij de dinosauriërs, waardoor ze sneller konden lopen. Hun staart daarentegen bleef vrij kort: hij kon dus niet dienen om de rest van het lichaam in evenwicht te houden. De primitieve synapsiden, net zoals hun afstammelingen, de zoogdieren, waren dan ook allemaal viervoeters.

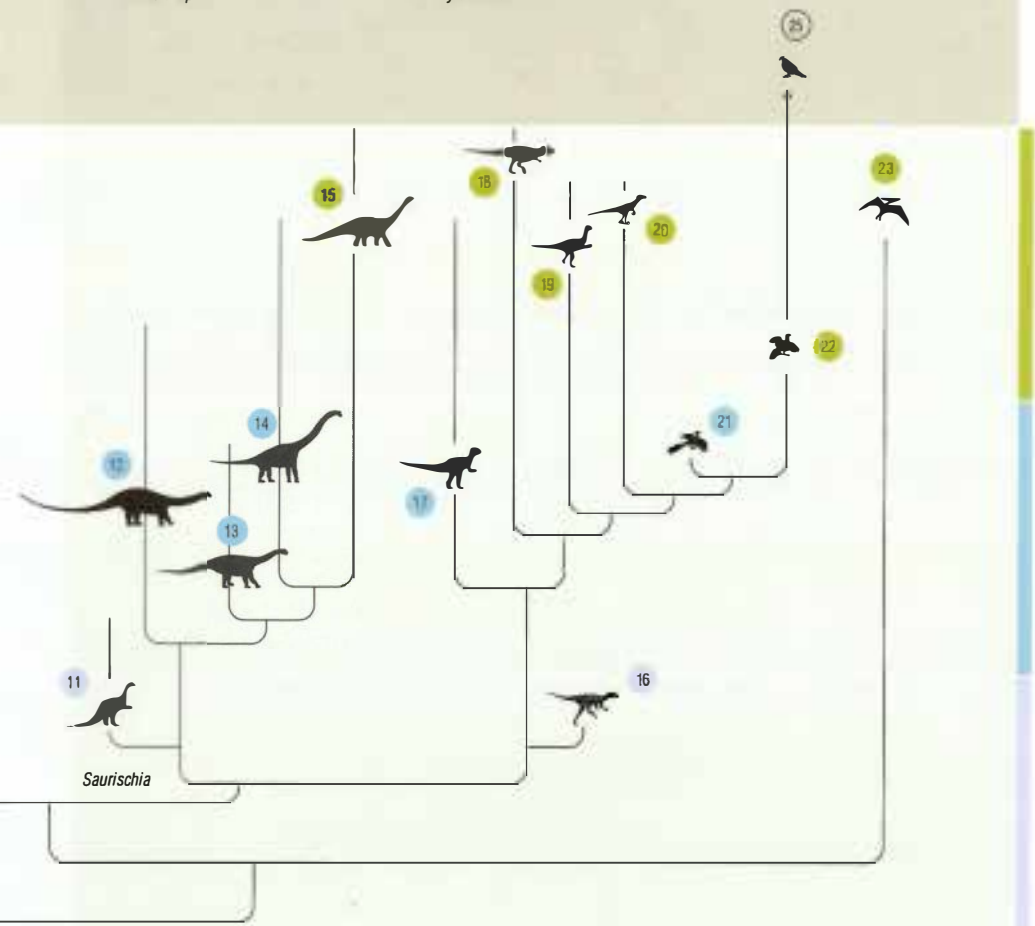
2.4

STAMBOOM

fig. 29



1 *Pisanosaurus*
2 *Lesothosaurus*
3 *Stegosaurus*
4 *Pinacosaurus*
5 *Othnielia*
6 *Iguanodon bernissartensis*
7 *Parasaurolophus*
8 *Pachycephalosaurus*
9 *Protoceratops*
10 *Triceratops*
11 *Plateosaurus*
12 *Diplodocus*
13 *Camarasaurus*
14 *Brachiosaurus*
15 *Titanosaurus*
16 *Eoraptor*
17 *Allosaurus*
18 *Tyrannosaurus*
19 *Oviraptor*
20 *Velociraptor*
21 *Archaeopteryx*
22 *Iberomesornis*
23 *Pteranodon*
24 *Recente krokodillen*
25 *Recente vogels*

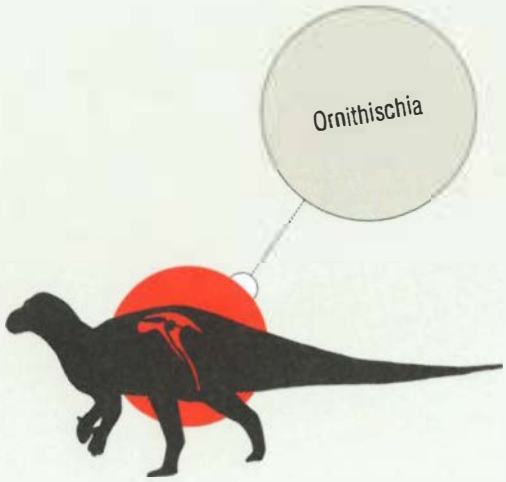


KRIJT
-65
▲
-135

JURA
-135
▲
-203

TRIAS
-203
▲
-250

2.4

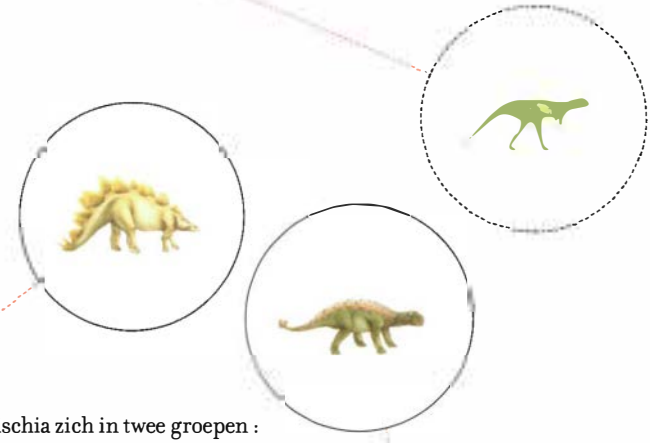


2.4 Familieportret

De dinosauriërs leefden tijdens het Mesozoïcum. Gedurende 165 miljoen jaar evolueerde deze groep en nam de meeste van de econiches op het land in. De classificatie is vooral gebaseerd op de anatomie van het skelet. *fig.* **29** De Dinosauria worden op basis van hun bekkengordel in twee groepen opgesplitst: de **Ornithischia** ("met vogelbekken") en de **Saurischia** ("met hagedisbekken"). Bij de Ornithischia is het schaambeen schuin naar achter en naar onder gericht; bij de Saurischia naar onder en voorwaarts.

DE "VOGELBEKKENDINDSAURIËRS": DE ORNITHISCHIA

Alle Ornitischia aten planten. *Lesothosaurus* was een van de eerste. Dankzij zijn hoornige bek en gekartelde tanden kon hij de planten vastgrijpen en het voedsel in zijn mond fijnmalen. Deze techniek lag aan de basis van het succes van de latere Ornithischia, die vlezige wangen hadden.

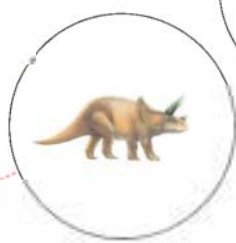


In het begin van de Jura splitsten de Ornithischia zich in twee groepen :

De Thyreophora, de gepantserde Ornithischia, hadden als bepantsering rijen beenplaten in hun huid. Bij de stegosauriërs , "de dinosauriërs met een dak", ontwikkelden zich een dubbele rij beenplaten bovenaan de rug. Deze platen dienden om soortgenoten te herkennen of om de lichaamstemperatuur te regelen. De stegosauriërs hadden ook lange stekels op hun staart, die een geducht wapen vormden. Deze viervoeters voedden zich met laaggroeiende planten. Met hun kleine, eenvoudige tanden konden ze stukken van een plant scheuren maar niet kauwen. Bij de ankylosauriërs, "de gepantserde dinosauriërs", ontstond een compact schild dat de rug beschermde. Hun staart kon uitlopen op een knots. De stegosauriërs leefden van de Midden-Jura tot het Boven-Krijt; de ankylosauriërs kwamen voor van de Boven-Jura tot het einde van het Krijt.

De Neornithischia, de ongepantserde Ornithischia, splitsten zich in Ornithopoda, "vogelpootachtigen" en de marginocephaliërs.

Op het einde van de Jura en het begin van het Krijt werden de ornithopoden zeer talrijk met de **iguanodons** als bekendste voorbeeld. Het waren zwaargebouwde planteneters die in kuddes leefden In de loop van het Krijt ontstonden uit deze groep de hadrosauriërs, de "eendenbekdinosauriërs".



De marginocephaliërs leefden enkel tijdens het Krijt. Ze omvatten de pachycephalosauriërs en de Ceratopsia. Bij de eerste groep, de "dikkopdinosauriërs", was de kruin van de schedel heel dik: het was net een benen helm. Ongetwijfeld botsten de mannetjes bij rituele gevechten hiermee als rammen tegen elkaar op. Ze leefden waarschijnlijk in kuddes. Het was een weinig talrijke groep die vooral tijdens het Boven-Krijt in Noord-Amerika en Centraal-Azië voorkwam.

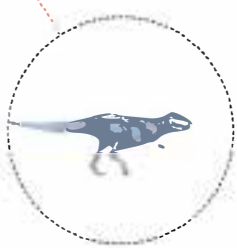
De Ceratopsia of gehoornde dinosauriërs droegen hoorns boven de neus en oogkassen. De meest geëvolueerde vormen van deze groep waren viervoeters met een zware schedel en een lang nekschild zoals de beroemde *Triceratops*. De oudste vormen, zoals *Psittacosaurus*, hadden nekschild noch hoorns, en waren tweevoeters.

DE "HAGEDISBEKKENDINOSAURIËRS": DE SAURISCHIA

De Saurischia waren vleeseters (Theropoda), alleseters (Prosauropoda en sommige Theropoda) of planteneters (Sauropoda).

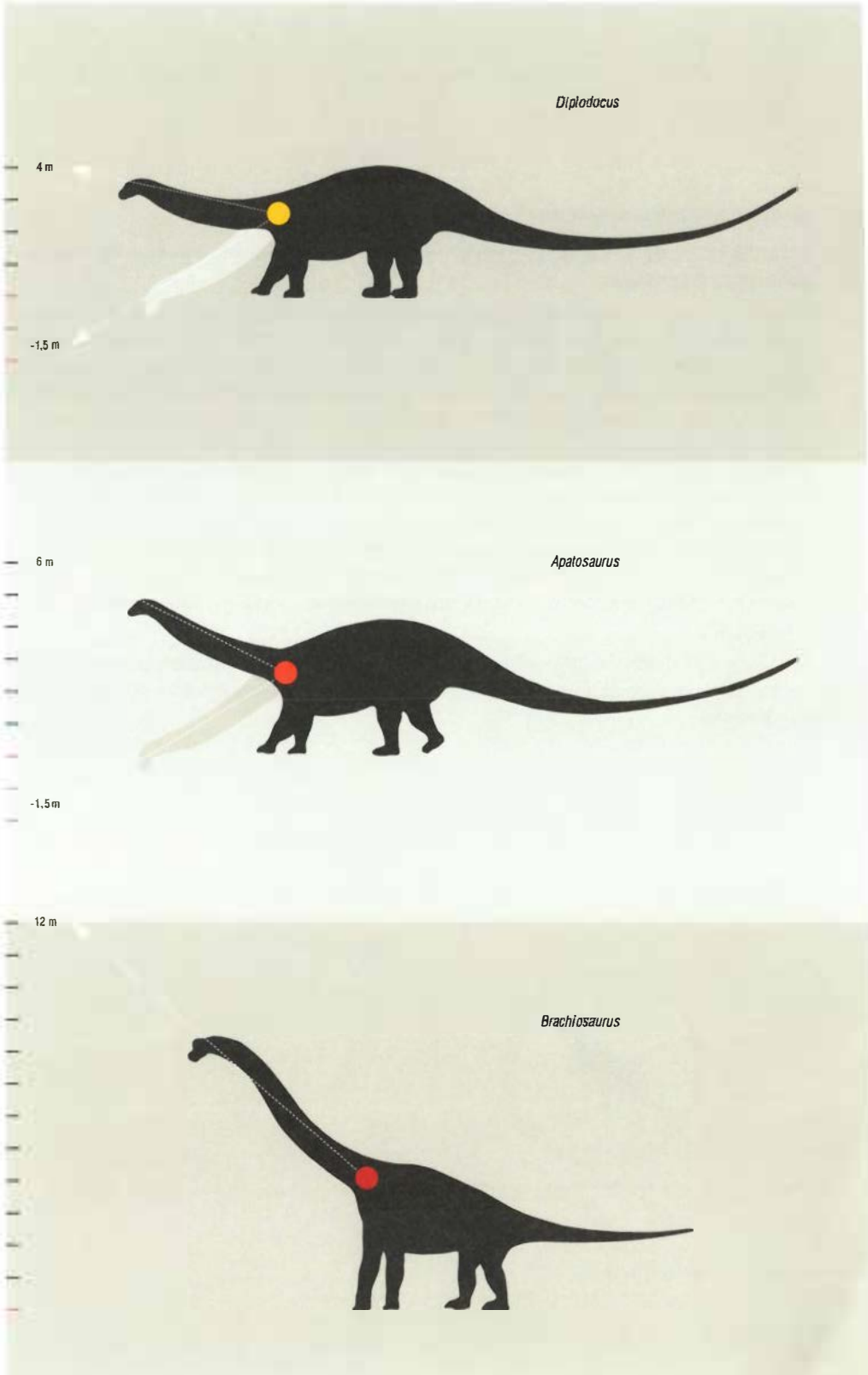
De eerste theropoden, zoals *Eoraptor*, waren kleine tweevoeters met een lange staart, een buigzame nek en een grote kop met grote ogen en scherpe tanden. Hun geklauwde handen waren vrij zodat ze hun prooi konden vastgrijpen. Afgezien van enkele variaties behielden de vleesetende dinosauriërs deze lichaamsbouw in de loop van hun evolutie. Tijdens de Jura verschenen grote, zware roofdieren die grote prooien aankonden. Ze hadden een grote kop en zware kaken, een korte nek en korte voorpoten zoals *Allosaurus* en *Tyrannosaurus*. Andere theropoden ontwikkelden een extreem grote klauw aan hun voeten zoals bij *Velociraptor*. Met deze laatste groep dinosauriërs zijn de vogels het nauwst verwant. De vogels ontstonden op het einde van de Jura. In Sihetun, in Noord-China, werden in 1996 fossielen van kleine theropoden uit het Onder-Krijt gevonden. Op sommige zijn sporen van primitieve veren te zien. Dit dons was niet geschikt om te vliegen, maar hield wel de lichaamstemperatuur op peil. Dit bewijst dat deze kleine dinosauriërs net zoals vogels warmbloedig waren. Dankzij deze Chinese ontdekkingen is de opeenvolging van transformaties van kleine theropoden naar vogels beter gekend.

De Prosauropoda leefden op alle continenten op het einde van het Trias en het begin van de Jura. Het waren viervoeters met een lange nek zoals de sauropoden, maar in tegenstelling tot deze laatste waren het alleseters.

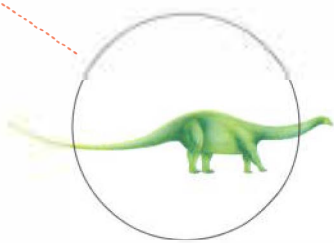


2.4

fig. **30**



De Sauropoda waren reusachtige plantenetende viervoeters. De oudste sauropoden verschenen in het Boven-Trias, maar ze bleven weinig talrijk tot de Midden-Jura. Vanaf dan vervingen ze de prosauropoden. Ze hadden een kleine kop, zware zuilvormige poten en een langere staart en nek, vandaar hun naam "langnekken". De verschillen in de vorm van de nek van de Sauropoda duiden op hun diverse manier van voedsel zoeken. Sommige hadden een horizontale, buigzame nek, andere een verticale, stijve nek. *fig.* **30** Hun gebit en kaken waren typisch voor planteneters. Dankzij hun enorme massa en het het warme klimaat, bleef hun lichaamstemperatuur vrij hoog zonder dat ze zoveel voedsel nodig hadden als de warmbloedige zoogdieren of vogels. *Diplodocus*, die 16 ton woog, verorberde dagelijks waarschijnlijk ongeveer 40 kg voedsel; *Brachiosaurus* die 55 ton woog had wellicht slechts ongeveer 110 kg nodig. Ter vergelijking: een "warmbloedige" olifant van 5 ton eet per dag ongeveer 150 kg voer!



De Sauropoda waren de dominerende planteneters van de Jura; ze bleven dit ook op het zuidelijke halfrond en in enkele streken van het noordelijk halfrond tijdens het Krijt. Ze leefden op alle continenten met uitzondering van Antarctica. Van een aantal sauropoden bleven pootafdrukken bewaard langsheen oude rivierbeddingen, meren of zeekusten. Hieruit blijkt dat ze in groep rondtrokken. De kuddes bestonden uit tien tot twintig dieren. Ze haalden een snelheid van ongeveer 5 km per uur. Uit de sporen blijkt ook dat ze hun staart niet achter zich aan sleepten maar omhoog hielden, in evenwicht met hun lange nek.

Hun bolvormige eieren hadden een diameter van ongeveer 15 cm, de schaal was 1 tot 2 mm dik. Pas uit het ei waren de jongen ongeveer een halve meter lang. Waarschijnlijk aten ze insecten en kleine gewervelde dieren. Dierlijk voedsel bevat veel eiwitten, noodzakelijk voor de snelle groei van de dinokuikens. Ze werden geslachtsrijp op hun vijftien/twintig jaar en konden wel honderd jaar worden.

2.5 Van ei tot dino

Dinosauriërs waren ovipare of eierleggende landdieren, wat een voordeel inhoudt ten opzicht van de amfibieën. Onder een bepaald gewicht kan een gewerveld dier op het land niet overleven: het zou te snel uitdrogen. Daarom leven de amfibieën in de eerste fase van hun ontwikkeling in een waterig milieu (dikkopjes) tot zij na hun metamorfose op volwassen leeftijd aan land kunnen gaan. De amnioten (waartoe de dinosauriërs behoren) vonden een betere oplossing: hun eerste groeifasen verlopen binnenin de schaal van een ei. Het amniotisch ei zorgt voor de autonome ontwikkeling van het embryo dankzij een voedselreserve en een reeks membranen die het oorspronkelijke watermilieu in miniatuur nabootsen. Nu de amnioten niet langer afhankelijk waren van een waterige omgeving om zich voort te planten, konden ze dus vrij de continenten veroveren.

EXCLUSIEVE EIERNAMEN

We kennen nu al meer dan 40 soorten dinosauruseieren. Maar we vinden er zelden een embryo in. Daarom weten we meestal niet van welke dinosauriër een ei afkomstig is. Een classificatie van de eieren is echter niet moeilijk: ze kan volgens de algemene vorm, de bewerking van de schaal, de verdeling van de poriën, de kristalstructuur van de groei-eenheden. Daarom hebben de eieren andere namen dan de dinosauriërs. *fig.* 31

DINOSAURUSEMBRYO'S

We weten welke dinosauriër bij welk soort eieren hoort, als we het skelet van een embryo met dat van een volwassen dier vergelijken. Maar dit kan alleen als het embryo voldoende ontwikkeld en uitstekend bewaard is, wat niet vaak voorkomt! Toch konden ze al eieren thuisbrengen: van hadrosauriërs in Noord-Amerika, van *Protoceratops* in Mongolië, van titanosauriërs in Argentinië en van theropoden in de Verenigde Staten, Mongolië, China en Portugal.

2.5

fig. 32

Megaloolithus
deze 70 miljoen jaar oude eieren uit Aix-en-Provence (Frankrijk) zijn misschien van een titanosauriër. Voor zulke eieren hoef je niet eens op wereldreis te gaan. Het is zelfs niet nodig om hard te zoeken: ze komen gewoon elk jaar boven bij grondwerken in de binnenstad van Aix-en-Provence!

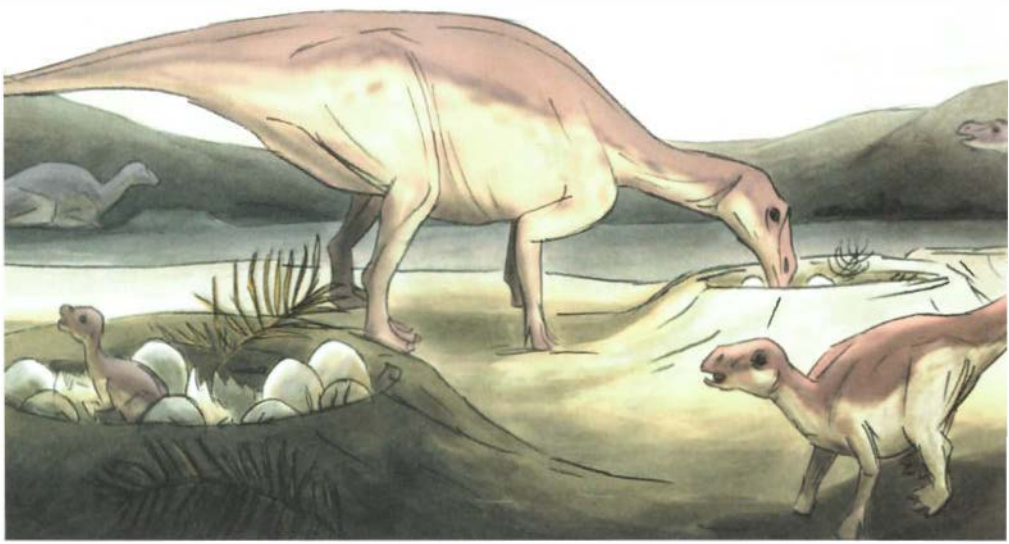


fig. 33

Reconstructie van een legplaats van *Maiasaura*

DINOSAURUSNESTEN

Zoals vogels bouwden dinosauriërs nesten. De vorm hing af van de soort. Ze legden hun eieren in één of meer lagen. Uit onderzoek van verschillende sites blijkt dat dinosauriërs van één soort hun eieren in één gebied legden en hiervoor generaties lang terugkwamen. De Sauropoda waren te zwaar om hun eieren uit te broeden: zij hielden ze waarschijnlijk warm door ze met planten en sedimenten te bedekken. fig. 32

EEN DINOSAURUSCRÈCHE IN MONTANA

In de Formatie van Two Medecine, een 74 tot 82 miljoen jaar oude afzetting in Montana (Verenigde Staten), werden niet alleen ontelbare beenderresten, maar ook honderden dinosaurusnesten ontdekt. De gevonden eieren waren afkomstig van *Orodromeus*, een kleine theropode, van *Hypacrosaurus*, een hadrosaurus met een holle kam, en van *Maiasaura*, een hadrosaurus met een platte schedel. De bij sommige nesten gevonden skeletten wijzen erop dat de piepjonge hadrosauriërs waarschijnlijk onder de hoede van hun ouders bij het nest bleven. fig. 33

2.6 Het einde van een wereld

De dinosauriërs, meer dan 165 miljoen jaar lang de "wereldheersers", zijn op het einde van het Krijt "bruusk" verdwenen. Maar hoe bruusk was dat dan wel? Het grootste deel van de polemiek die er nu heerst omtrent het uitsterven van de dinosauriërs kan worden samengevat met de vraag wat "bruusk betekent op de geologische tijdsbalk. Ging het om een onvermijdelijk proces of om een catastrofe?

Volgens de "gradualisten" zouden de onderzoeken naar de evolutie van de diversiteit van de dinosauriërs erop wijzen dat zij een hoogtepunt had bereikt tijdens de tweede helft van de "heerschappij van de dinosauriërs" en dan fors terugviel tijdens de laatste 8 tot 10 miljoen jaren van het Krijt.

Hoewel men het massaal uitsterven situeert op het einde van het Krijt (65 miljoen jaar geleden), waren een aantal soorten, zoals de ichtyosauriërs, een soort zeereptielen, al lang voor die noodlottige "datum" uitgestorven. Misschien was de teloorgang van de dinosauriërs en van vele andere groepen al ingezet op het einde van het Krijt en heeft een of andere catastrofe de genadeslag toegediend en het lopende proces gewoon versneld.

MYTHE EN REALITEIT

Geen enkele van de tientallen theorieën die de wetenschappers naar voren schuiven, slaagt er evenwel in, op zich, een verklaring te geven voor dit massale uitsterven. Drie hypothesen hebben een grotere graad van waarschijnlijkheid in zich: het massaal terugtrekken van de oceanen, de inslag van een meteoriet en opeenvolgende vulkaanuitbarstingen. Dit zijn de belangrijkste scenario's van wat het einde van een wereld kan geweest zijn:

Volgens het "gradualistische" model is het uitsterven van dinosauriërs – vooral – het gevolg van een klimaatsverandering die zich over een vrij lange periode uitstrekte. Uit geologische waarnemingen blijkt dat het zeeniveau op het einde van het Krijt zakte, waardoor zo'n 29 miljoen km², ongeveer de oppervlakte van Afrika, droog kwam te liggen. De kustvlakten, hét leefgebied bij uitstek van de meeste dinosauriërs, werden zeldzamer waardoor de dieren het moesten stellen met een steeds kleinere habitat. Het subtropische klimaat zou gematigder en continentaler zijn geworden, met uitgesproken seizoenen, temperatuursschommelingen en wisselende begroeiingen die de dinosauriërs niet lustten. Door het uitsterven van de dinosauriërs zouden andere groepen zich hebben kunnen ontplooien.

De "catastrofisten", aanhangers van de theorie dat de dinosauriërs per "ongeluk" zijn uitgestorven, leggen ook zwaarwegende argumenten voor. Op de Indische Deccanhoogvlakte werden buitengewoon dikke lavaophopingen van wel 2000 meter gevonden over een oppervlakte van pakweg 500 000 km². Deze lava, de stille getuige van een intense vulkaanactiviteit die verschillende millennia heeft geduurd, is precies 65 miljoen jaar geleden vrijgekomen. Hierbij is er misschien een grote hoeveelheid koolzuurgas en as in de atmosfeer terechtgekomen, wat het klimaat duurzaam kan hebben aangetast. De vulkaanassen, die het zonlicht afschermen, hebben de aarde misschien gehuld in een donkere en koude atmosfeer, waardoor ook de fotosynthese en dus de belangrijkste bron van voeding – de planten – in grote mate werden aangetast. Misschien zijn de enorme hoeveelheden zwavelzuur uit de vulkanen neergevallen onder de vorm van intense zure neerslag en hebben zij de planten, dé bron van voeding voor vele dieren, waaronder de dinosauriërs, uitgedund. Misschien zijn de "vreselijke hagedissen" wel gestorven van de honger...

Nog een andere oorzaak, maar met een vergelijkbaar resultaat. Een aantrekkelijke theorie leert ons dat er 65 miljoen jaar geleden een gigantische asteroïde met een diameter van 10 km op de aarde te pletter is gevallen. De botsing zou een fenomenale energie hebben vrijgegeven, waardoor de asteroïde en een groot deel van de aardkorst verpulverd werden. De vrijgekomen materialen zouden zich in de atmosfeer hebben verspreid, waardoor het zonlicht afgeschermd werd en de aarde maanden- of zelfs jarenlang in duisternis gehuld werd. De voedselketens die het meest rechtstreeks afhangen van de fotosynthese zouden danig getroffen zijn geweest. De ketens die afhankelijk waren van organisch materiaal in ontbinding, zoals in de diepzee, zoetwater en landhumus zouden hebben kunnen "standhouden" in afwachting van een terugkeer naar normale omstandigheden. Zonder licht zouden de planten volkomen zijn uitgestorven. Na een tijd zou de vegetatie opnieuw op gang zijn gekomen op basis van zaden, sporen of wortels. Te laat evenwel voor de plantenetende dinosauriërs. Deze grote herbivoren stierven uit, op de voet gevolgd door de vleesetende dinosauriërs die ze op hun menu hadden.

De geologen kunnen deze theorie staven omdat zij in vele uithoeken van de aardbol een dun laagje sediment hebben gevonden dat zeer rijk is aan een zeldzaam metaal, iridium, waarvan men weet dat het zich alleen vormt na de constante impact van minuscule meteorieten op het aardoppervlak (en op de sites waar kernproeven gebeuren!). Deze laag uit de overgang tussen het Krijt en het Tertiair zou overeenkomen met de as neergevallen na de impact van de reuzenmeteoriet.

In die sedimentlaag vindt men ook bepaalde kwartskorrels die kenmerkend zijn voor meteorietinslagen. Tenslotte wordt er beweerd dat men de inslagkrater van deze meteoriet zou hebben gevonden: een keteldal met een diameter van 180 tot 310 km werd gevonden op de langtong van Yucatan (Mexico) en dateert van... 64,9 miljoen jaar geleden!

2.6

NIET ALLEEN DE DINOSAURIËRS ZIJN 65 MILJOEN JAAR GELEDEN UITGESTORVEN

Samen met de dinosauriërs zijn op het einde van het Krijt meer dan 60% van de planten- en diersoorten aan land en in zee uitgestorven. Zo ook de ammonieten, cephalopoden met hun spiraalvormig opgerold huis, die de zeeën van de Jura en het Krijt bevolkten; en de mosasauriërs of maashagedissen die zich ophielden in de ondiepe wateren van het Boven-Krijt. Meer dan driekwart van het plankton dat bestond uit protozoa (of eencelligen) en eencellige algen en ook heel wat pollen verdwenen toen en, samen met hen, de voedingsbron van zovele andere soorten. Even terloops: dit is niet de enige massale uitsterving die de planeet ooit kende. Drastischer, bij de overgang van het Perm naar het Trias, stierven 90% van de toen levende soorten uit. Maar dat is alweer 250 miljoen jaar geleden.

DE OVERLEVENDEN

Niet alle dieren stierven uit op het einde van het Krijt. De dieren die niet rechtstreeks van levende planten afhankelijk waren, maar van rottende stoffen leefden, hadden minder last van het tijdelijke verdwijnen van landplanten of marien plankton. Het waren zoetwatervertebraten (vissen, amfibieën, schildpadden en krokodillen) en kleine landreptielen. Andere overlevenden waren kleine insecten- of zadenetende zoogdieren, die al snel de plaats van de dinosauriërs innamen.

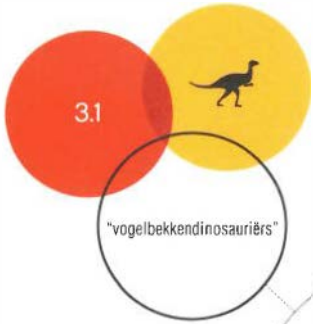
DE AFSTAMMELINGEN VAN DE DINOSAURIËRS

Is elk levend spoor van dinosauriërs écht verdwenen? Neen. We weten nu dat een aantal carnivoren, kleine theropoden, in de loop van de tijd zijn geëvolueerd tot … vogels. *Archaeopteryx*, waarvan men in Beieren (Duitsland) zeven uitzonderlijk goed bewaarde skeletten heeft gevonden, zou een van die eerste vogels zijn. Voor menig paleontoloog zijn de vogels zelfs volwaardige dinosauriërs. Voer voor discussie dus…

Hoe dan ook, *Velociraptor* deelde met de huidige vogels een aantal specifieke kenmerken:

1. vergroeide sleutelbeenderen
2. lang en fijn schouderblad
3. lange, holle beenderen die het lichaam lichter maken
4. een langere voorarm
5. een drievingerige hand met een langere middenvinger
6. een polsgewricht dat toelaat de hand langsheen de voorarm en het lichaam te plooien
7. een naar achter gerichte pubis
8. de voet bestaande uit drie lange naar voor gerichte tenen en één min of meer naar achter gerichte teen.

Portrettengalerij Representatieve staalkaart van de biodiversiteit van de dinosauriërs en hun tijdgenoten



IN DE FAMILIE
VAN DE
ORNITHISCHIA,
VRAAG IK NAAR...

Lesotho

LESOTHOSAURUS

Lesothosaurus was een primitieve plantenetende dinosauriër. Het was een tweevoeter met een lange staart, lange, slanke achterpoten, een korte romp, korte voorpoten, een kleine kop en handen zonder grijpklauwen. Hij had een hoornige bek, waarmee hij de planten kon afbijten, en gekartelde tanden. Voor het eerst kon een dier op zijn voedsel kauwen en het fijnmalen in zijn mond.

"hagedis van Lesotho"

DINOSAURIA
ORNITHISCHIA

200 miljoen jaar
(Onder-Jura)

PISANOSAURUS

Argentinië

Van *Pisanosaurus* werden slechts heel weinig resten gevonden. Deze lichtgebouwde tweevoeter was een van de eerste plantenetende dinosauriërs.

"hagedis van Pisano"

DINOSAURIA
ORNITHISCHIA
PISANOSAURIDAE

230 miljoen jaar
(Boven-Trias)

1 m.

STEGOSAURUS

Verenigde Staten

Stegosaurus droeg een dubbele rij beenplaten op de rug. Deze waren rechtop verankerd in de huid en lieten waarschijnlijk toe soortgenoten te herkennen of de lichaamstemperatuur te regelen. Deze viervoeter voedde zich met laaggroeiende planten. De benige stekels op zijn staart vormden een geducht wapen.

"overdekte hagedis"

DINOSAURIA
ORNITHISCHIA
STEGOSAURIA

150 tot 135 miljoen jaar
(Boven-Jura)

9 m.

Mongolie en China (Binnen-Mongolië)

PINACOSAURUS

Deze ankylosaurus was een viervoetige plantenetende dinosauriër. Verbeende gewrichtsbanden maakten zijn ruggengraat onbuigzaam. Beenplaten met zijdelings uitstekende stekels beschermden zijn kop en nek. De benige knots aan het uiteinde van zijn staart vormde een geducht wapen tegen aanvallers.

"hagedis met planken"

DINOSAURIA
ORNITHISCHIA
ANKYLOSAURIDAE

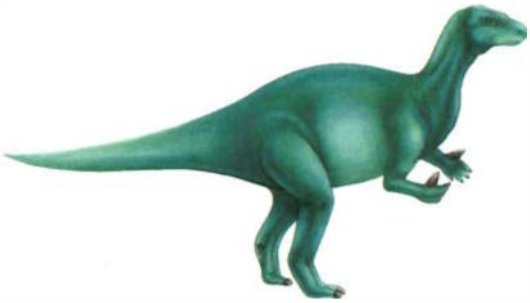
83 tot 72 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

3,5 m.

België / Groot-Brittannië / Duitsland / Spanje / Frankrijk / Mongolië

IGUANODON BERNISSARTENSIS

Het was een zwaargebouwde iguanodonsoort waarvan een dertigtal specimens in Bernissart ontdekt werden (vandaar de naam). In tegenstelling tot de eerste reconstructies, stapte hij op vier poten en liep op twee. Deze planteneter verdedigde zich met zijn puntige duimen.



"met tanden van een leguaan (van Bernissart)"

DINOSAURIA
ORNITHISCHIA
IGUANODONTIDAE

135 tot 110 miljoen jaar (Onder-Krijt)

8 > 11 m.

IGUANODON ATHERFIELDENSIS

Groot-Brittannië / België / Duitsland / Spanje / Frankrijk

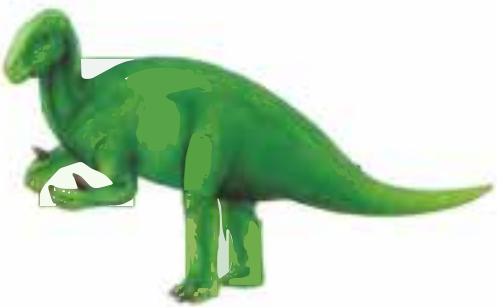
Deze soort was kleiner en slanker dan *Iguanodon bernissartensis*, dit is duidelijk te zien aan de schedel en de voorpoten. Hij liep meestal op twee poten. Tot in 1986, toen duidelijk werd dat het de soort *I. atherfieldensis* betrof, werd het specimen uit Bernissart beschouwd als behorend tot de soort *Iguanodon mantelli*.

"met tanden van een leguaan (van Atherfield)"

DINOSAURIA
ORNITHISCHIA
IGUANODONTIDAE

135 tot 110 miljoen jaar (Onder-Krijt)

6 > 7 m.



BACTROSAURUS

China (Binnen-Mongolie)

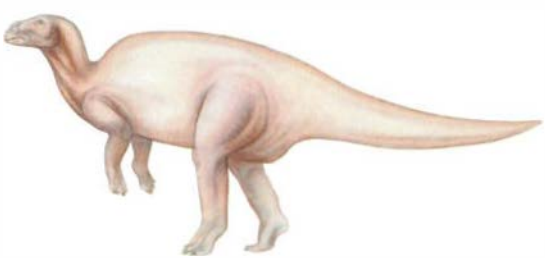
Bactrosaurus stapte op vier poten, maar rennen deed hij op twee. Zijn batterij tanden wisselden voortdurend, wat wijst op een harde plantaardige voeding. Misschien was hij een overgangsvorm tussen de iguanodons uit het Onder-Krijt en de geëvolueerde hadrosauriërs uit het Boven-Krijt.

"hagedis met knots"

DINOSAURIA
ORNITHISCHIA
HADROSAUROIDEA

92 tot 88 miljoen jaar (Boven-Krijt)

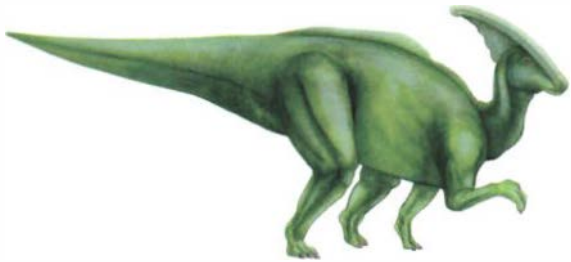
5 > 6 m



Verenigde Staten / Canada

PARASAUROLOPHUS

Op de schedel van deze hadrosaurus stond een lange bazuinvormige holle beenkam die als een klankkast de kreten van het dier versterkte. Hierdoor kon hij met zijn soortgenoten communiceren en zo alarm slaan of het hof maken. Doordat zijn krachtige tanden aldoor wisselden, kon hij heel veel harde planten verorberen.



"naast de kamhagedis"

DINDSAURIA
ORNITHISCHIA
HADROSAURIDAE

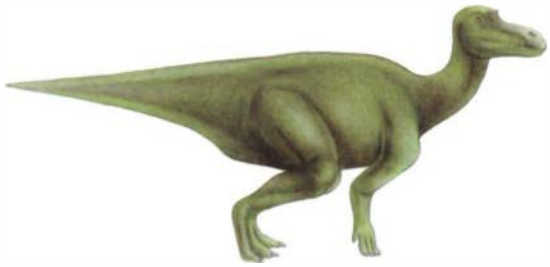
76 tot 73 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

10 m.

Verenigde Staten

MAIASAURA

Maiasaura was een planteneter die leefde in kuddes op de kustvlakte langsheen het Rotsgebergte in wording. Alleen de volwassen dieren droegen een beenrichel op het voorhoofd: vermoedelijk konden individuen van éénzelfde soort elkaar hieraan herkennen. De jongen liepen op twee poten, maar eenmaal volwassen werden ze viervoeters.



"goede moeder hagedis"

DINOSAURIA
ORNITHISCHIA
HADROSAURIDAE

78 tot 72 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

9 m.

PACHYCEPHALOSAURUS

Verenigde Staten

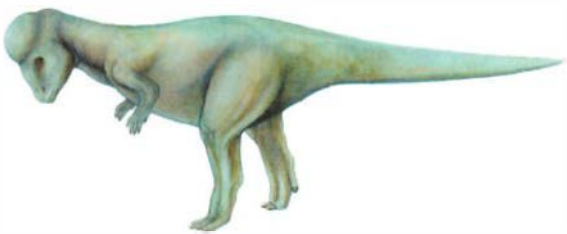
Pachycephalosaurus at planten en liep op twee poten. De kruin van zijn schedel was heel dik: het was net een benen helm. Ongetwijfeld botsten de mannetjes bij rituele gevechten hiermee als rammen tegen elkaar op.

"dikkophagedis"

DINOSAURIA
ORNITHISCHIA
PACHYCEPHALOSAURIA

68 tot 65 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

5 m.



PROTOCERATOPS

Mongolië / China (Binnen-Mongolië)

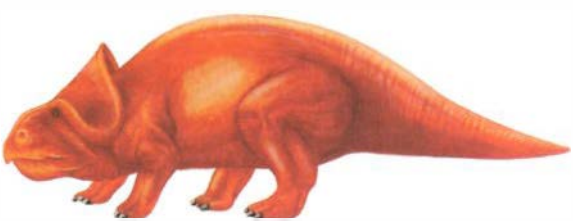
Protoceratops was een viervoetige plantenetende dinosauriër. Zijn massieve schedel liep uit op een beenkam, die zijn nek tegen vleesetende dinosauriërs beschermde. In Bayan Mandahu (Binnen-Mongolië) werden in 1996 en 1999 alleen al een dozijn goed bewaarde schedels gevonden.

"eerste gehoornd gezicht"

DINDSAURIA
ORNITHISCHIA
CERATOPSIA

83 tot 72 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

3 m.



Verenigde Staten / Canada

TRICERATOPS

Triceratops was een planteneter. Zijn naam dankt hij aan de drie hoorns op zijn snuit. Zoals bij alle ontwikkelde Ceratopsia beschermde een breed benen schild zijn nek en kon hij met zijn hoornige bek en zijn tanden taaie planten eten. Deze viervoeter leefde in Noord-Amerika samen met andere gehoornde dinosauriërs.

"gezicht met drie hoorns"

DINOSAURIA
ORNITHISCHIA
CERATOPSIA

68 tot 65 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

8 m.

Verenigde Staten

OTHNIELIA

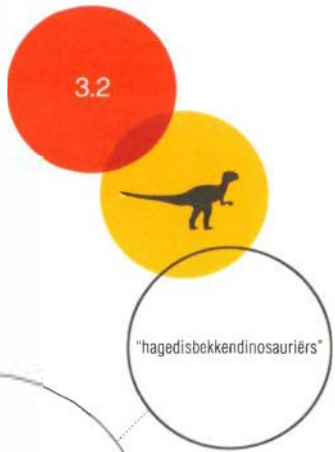
Othnielia was een behendige tweevoeter. Zijn staart, die verstevigd was door parallelle verbeende pezen, stabiliseerde de romp bij het snel lopen en het omdraaien. Het uiteinde van zijn korte snuit vormde een hoornige bek waarmee hij bladeren, twijgen en zaden van planten, die tot twee meter hoog groeiden, kon afknippen. Met zijn sterke gebit kon hij zijn voedsel goed fijnmalen, dat dankzij zijn vlezige wangen niet uit zijn mond kon vallen.

"(ter ere) van Othniel"

DINDSAURIA
ORNITHISCHIA
HYPSILOPHODONTIDAE

150 tot 135 miljoen jaar
(Boven-Jura)

2 m.



IN DE FAMILIE
VAN DE
SAURISCHIA,
VRAAG IK NAAR...

PLATEOSAURUS

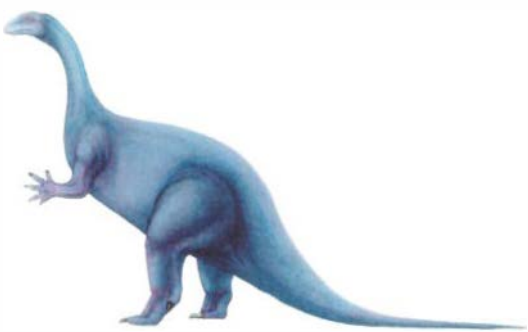
Duitsland / Frankrijk / Zwitserland / Groenland

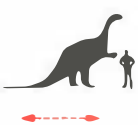
Plateosaurus is de best gekende Prosauropoda en was een van de eerste dinosauriërs met een lange nek. Zijn grootte liet hem toe zich met uiteenlopende planten te voeden en waarschijnlijk at hij ongeveer alles waar hij bij kon. Hij liep op vier poten, maar ging op zijn achterpoten staan om, met zijn lange nek uitgestrekt, aan de hoogste takken te knabbelen. Hij leefde in kuddes en verdedigde zich met de stevige klauwen van zijn voorpoten.

"platte hagedis"

DINOSAURIA
SAURISCHIA
PROSAUROPODA

220 tot 203 miljoen jaar
(Boven-Trias)





7 m.

Verenigde Staten

DIPLODOCUS

Deze dinosauriër wordt "dubbele balk" genoemd wegens de dubbele doornuitsteeksels van zijn nekwervels. Tussen deze uitsteeksels lag een dunne pees waaraan de nekwervels opgehangen waren. De nekribben waren vrij lang en zorgden voor de ondersteuning van de lange nek, die hierdoor wel minder buigzaam was. Hij kon zijn kop niet zo hoog heffen als de *Apatosaurus*. *Diplodocus* at oeverplanten, zoals varens, palmvarens, en paardestaarten, die hij afritste met zijn staafvormige tanden.. Hij woog ongeveer 16 ton en verorberde dagelijks waarschijnlijk 40 kg voedsel. Volwassen gezonde diplodocussen waren vrij immuun voor aanvallen van roofdieren. Hun immense grootte bood bescherming en ze konden zich ook verdedigen met hun lange zweepstaart. Jonge, zieke of uitgeputte dieren werden wel het slachtoffer van de vleesetende *Allosaurus*.

"dubbele balk"

DINOSAURIA
SAURISCHIA
SAUROPODA

150 tot 135 miljoen jaar (Boven-Jura)

27 m.

Verenigde Staten / Portugal

CAMARASAURUS

Camarasaurus had grote, spatelvormige tanden waarmee hij zijn voedsel slechts in enige mate kon kauwen. Het voedsel werd in de spiermaag fijngemalen met behulp van stenen, die door de dieren ingeslikt werden. In de dikke darm werd het voedsel verder afgebroken door bacteriën. Dagelijks had hij ongeveer 70 kg voedsel nodig. *Camarasaurus* had een onbuigzame nek met lange nekwervels en nekribben. Zoals bij andere Sauropoda vertoonden de lichtgebouwde wervels grote holtes of kamers, de zogenaamde pleurocoels, zodat ze een maximale sterkte hadden met een minimale massa, vandaar zijn naam.

"hagedis met kamers"

DINOSAURIA
SAURISCHIA
SAUROPODA

150 tot 135 miljoen jaar
(Boven-Jura)

18 m.

APATOSAURUS

Verenigde Staten

Apatosaurus had een relatief korte maar buigzame nek en een zware romp. Zijn neusgaten zaten bovenaan zijn lange schedel. Zijn nek was opgehangen aan een dikke pees, die in een uitholling van de doornuitsteeksels lag en van de heupen naar de schedel liep. De korte nekwervels hadden grote holtes, zodat ze niet veel wogen. De nekribben waren kort en stevig. Zijn lange staart liep uit op een zweep waarmee hij zijn vijanden van zich afhield. Hij voedde zich met de rijke plantengroei op de oevers van meren en rivieren. Waarschijnlijk trok hij rond in kuddes van ongeveer 20 dieren. De grote, volwassen dieren liepen voorop, de kleintjes volgden. De jongen groeiden snel tot ongeveer 10 jaar, vanaf dan vertraagde hun groei tot ze op vijftienjarige leeftijd volgroeid waren. Ze wogen dan circa 27 ton.

"bedrieglijke hagedis"

DINOSAURIA
SAURISCHIA
SAUROPODA

150 tot 135 miljoen jaar
(Boven-Jura)

BRACHIOSAURUS

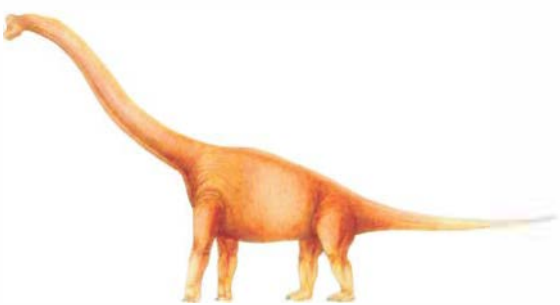
Verenigde Staten / Portugal / Algerije / Tanzania

Brachiosaurus was één van de weinige dinosauriërs die langere voorpoten had dan achterpoten. Zijn holle nekwervels en nekribben waren zeer lang en hij had bijgevolg een hoogreikende, maar ook weinig buigzame nek. Hij voedde zich met zaden, bladeren en twijgen van primitieve naaldbomen en ginkgo's, die echter veel schaarser waren dan de talrijke laaggroeiende oeverplanten en bodembedekkers. Hij was dan ook veel zeldzamer dan de andere langnekken.

"hagedis met armen"

DINOSAURIA
SAURISCHIA
SAUROPODA

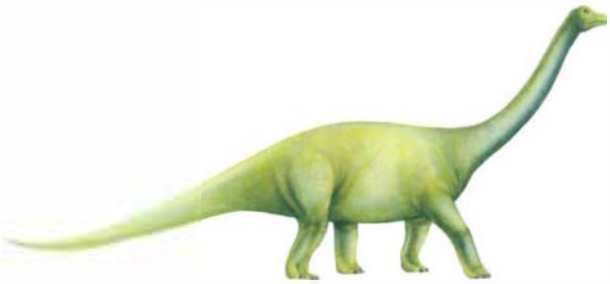
150 tot 135 miljoen jaar
(Boven-Jura)



India

TITANOSAURUS

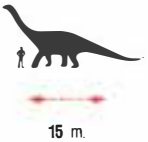
De familie Titanosauridae hadden op hun rug een pantser van beenplaten. Zij vormde tijdens het Krijt de belangrijkste groep plantenetende dinosauriërs in Zuid-Amerika. . Een paar vertegenwoordigers leefden ook op andere continenten, zoals *Titanosaurus* die één van de laatste dinosauriërs was en in India leefde.



"titanenhagedis"

DINOSAURIA
SAURISCHIA
SAUROPODA

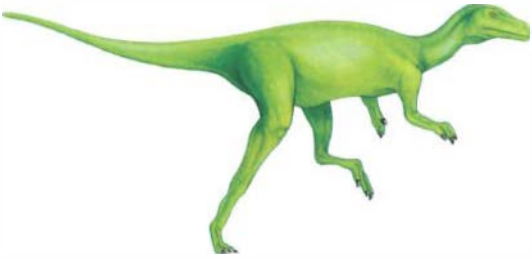
70 tot 65 miljoen jaar
(Boven-Krijt)



Argentinië

EORAPTOR

Eoraptor was één van de eerste vleesetende dinosauriërs. Hij was een tweevoeter met een lange staart, korte voorpoten, een buigzame nek en een grote kop met grote ogen en scherpe tanden waarmee hij vlees verscheurde. Zijn geklauwde handen waren vrij zodat hij zijn prooi kon vastgrijpen.



"ochtenddief"

DINOSAURIA
SAURISCHIA
THEROPODA

230 miljoen jaar
(Boven-Trias)

ALLOSAURUS

Verenigde Staten

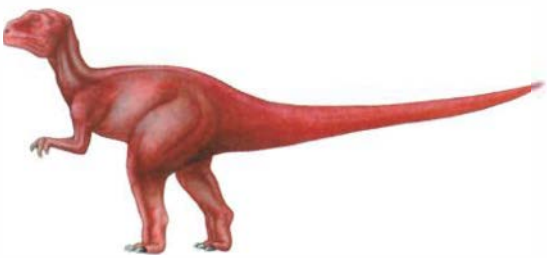
Allosaurus was een enorme vleesetende dinosaurus. Zijn grote kop werd in evenwicht gehouden door de zware staart en veel van zijn beenderen waren hol en dus licht. Boven zijn oogkassen had hij kleine hoorns. Deze tweevoeter haalde een snelheid tot 10 km per uur. Hij overviel zijn prooi met geopende muil. Met zijn scherpe, gebogen tanden beet hij zich vast en bij het schudden van zijn kop scheurde hij het vlees los. Zijn slachtoffer stierf door overmatig bloedverlies.

"andere hagedis"

OINOSAURIA
SAURISCHIA
THEROPODA

150 tot 135 miljoen jaar
(Boven-Jura)

9 m.



TYRANNOSAURUS

Verenigde Staten / Canada

Tyrannosaurus rex was het landroofdier met de grootste kop en de langste tanden ooit. Zijn voorpoten waren echter als het ware verschrompeld. Voor sommige wetenschappers was de *T. rex* slechts een vreedzame aaseter die aan jicht leed.

"tiranhagedis"

DINDSAURIA
SAURISCHIA
THEROPODA

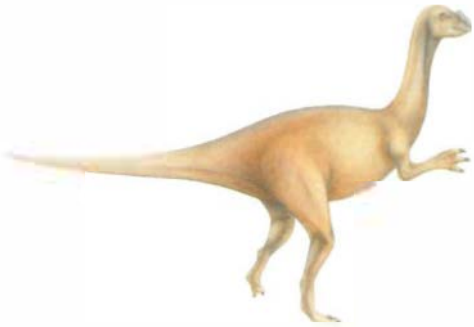
68 tot 65 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

15 m.

Mongolie / China (Binnen Mongolie)

OVIRAPTOR

Oviraptor, met zijn korte schedel en zijn tandeloze stompe bek, had lang de reputatie van eierrover die in de nesten van *Protoceratops* onheil stichtte, vandaar zijn naam. Maar het was waarschijnlijk een attentvolle ouder die op zijn eigen eieren broedde. Volgens sommige wetenschappers was *Oviraptor* eigenlijk een primitieve loopvogel.



"eierrover"

DINOSAURIA
SAURISCHIA
THEROPODA OF AVES

83 tot 72 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

1,8 m.

Mongolie

VELOCIRAPTOR

In 1971 werden de geraamtes van een *Velociraptor* en van een *Protoceratops* in vechtpositie ontdekt. Met een krachtige klauw aan elke achterpoot, zijn lange snuit en vlijmscherpe tanden was de kleine *Velociraptor* een geduchte razendsnelle rover!

"snelle rover"

DINOSAURIA
SAURISCHIA
THEROPODA

83 tot 72 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

1,8 m.

ARCHAEOPTERYX

Duitsland (Beieren)

In Beieren werden zeven geraamtes van *Archaeopteryx* gevonden. Door de uitzonderlijke fossilisatie-omstandigheden bleven zelfs de pluimen, die het lichaam bedekten, bewaard. De oervogel had nog dinosauruskenmerken: een lange stijve staart, scherpe tanden, een klein borstbeen en voorpoten met vrijstaande geklauwde vingers. Maar zoals de huidige vogels had hij asymmetrische veren, waarmee hij al een beetje kon vliegen.

"oudste vogel"

DINOSAURIA
SAURISCHIA
AVES

141 tot 139 miljoen jaar
(Boven-Jura)

0,35 m.

IBEROMESORNIS

Spanje

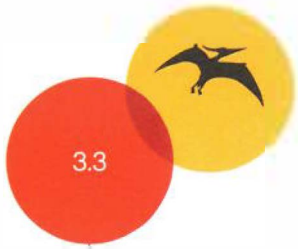
Iberomesornis was een tussenvorm tussen *Archaeopteryx* en de latere vogels. Zijn vleugels waren reeds erg "vogelachtig" terwijl zijn bekken nog primitief was. Maar hij had wel achterwaarts gerichte klauwen aan zijn voeten waarmee hij zich stevig aan de takken kon vastgrijpen.

"halve Spaanse vogel"

AVES

130 miljoen jaar
(Onder-Krijt)

0,4 m.



ENKELE
TIJDGENOTEN
VAN DE
DINOSAURIËRS

Mongolië / China (Binnen-Mongolië)

TOMBATAAR

Tombataar is een van de grootste Multituberculata (een orde van zoogdieren) uit het Krijt. Zijn kiezen waren raspig en zijn snijtanden groeiden steeds door, zoals bij de knaagdieren van nu. Hij at dus vermoedelijk gelijkaardig voedsel, waaronder vooral harde planten. Hij leefde waarschijnlijk in een hol, dat hij alleen 's nachts verliet.

"grote held"

MAMMALIA
MULTITUBERCULATA

83 tot 72 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

0,35 m.

ZANGERLIA

Mongolië / China (Binnen-Mongolië)

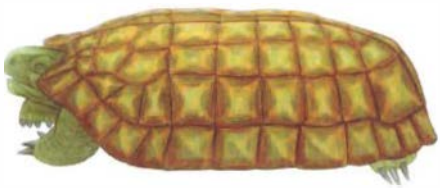
Zangerlia was een landschildpad met een plat zwaar schild. Dit bestond uit vele aaneengegroeide platen die met brede puntige schubben bedekt waren en het bood afdoende bescherming tegen roofdinosauriërs.

"ter ere van Zangerl"

CHELONIA
TRIONYCHOIDEA

83 tot 72 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

0,6 m.



BERNISSARTIA FAGESII

België / Groot-Brittannië / Spanje

De zeer zeldame *Bernissartia fagesii* is de meest typische krokodil van Bernissart, vandaar zijn naam. Hij had een korte snoet. Het rugschild bestond uit meerden rijen plaatjes. *Goniopholis simus*, een andere krokodil die ook in Bernissart gevonden werd, had slechts twee langsrijen rugplaatjes.

"van Bernissart (ter ere) van Fagès"

CROCODYLIA EUSUCHIA
OF
MESOSUCHIA BERNISSARTIDAE

135 tot 110 miljoen jaar
(Onder-Krijt)

0,66 m.

Duitsland

PTERODACTYLUS

Pterodactylus was één van de kleinste vliegende reptielen. Hij had een lange bek met vooraan fijne tanden en een lange nek. Hij was volledig aangepast aan een vliegend leven: zijn vlieghuid was tussen de verlengde vierde vinger en het lichaam opgespannen.

"gevleugelde vinger"

PTEROSAURIA
PTERODACTYLIDAE

146 tot 140 miljoen jaar
(Boven-Jura)

0,25 > 2,5 m.

Verenigde Staten

PTERANODON

Pteranodon was één van de grootste pterosauriërs. Waarschijnlijk schommelde de snelheid van deze zweefvlieger tussen de 25 en 50 km per uur. Zijn tandloze bek was met hoorn bedekt. Net als de andere geëvolueerde pterosauriërs, gebruikte hij de kam op zijn schedel als roer.

"tandeloze gevleugelde"

PTEROSAURIA
PTERANODONTIDAE

87 tot 82 miljoen jaar
(Boven-Krijt)

7 m.

ALLOSAURUS . . . p. 29, 34, 55, 59, 79, 82
AMMONIETEN . . . . . p. 47, 69
AMNIOTEN . . . p. 51, 53, 63
ANKYLOSAURIËR(S) . . . . . p. 27, 57, 73
APATOSAURUS . . . . . p. 29, 60, 79, 80
ARCHAEOPTERYX . . . p. 52, 53, 55, 69, 84
ARCHOSAURIËRS / ARCHOSAURIA . . . p. 49, 51, 53, 54, 80
BACTROSAURUS . . . . . p. 27, 74
BERNISSARTIA FAGESII . . . p. 13, 86
BRACHIOSAURUS . . . . . p. 29, 34, 52, 55, 60, 61, 80
CAMARASAURUS . . . . . p. 29, 55, 79
CERATOPSIA . . . p. 58, 77
CLADISME . . . p. 49
DIAPSIDEN . . . . . p. 51
DIPLODOCUS . . . p. 29, 55, 60, 61, 79
EORAPTOR . . . . . p. 55, 59, 81
FOSSILISATIE . . . p. 7, 9, 35, 63, 84
HADROSAURIËRS . . . . p. 23, 27, 58, 63, 65, 74, 75
IBEROMESORNIS . . . p. 55, 84
ICHTHYOSAURIËRS . . . p. 47
IGUANODON ATHERFIELDENSIS (EX-MANTELLI) . . . . . p. 9, 15, 17, 74
IGUANODON BERNISSARTENSIS . . . p. 9, 15, 17, 35, 55, 74
LESOTHOSAURUS . . . p. 55, 57, 71
"LANGNEKKEN", ZIE SAUROPODE(N) / SAUROPODA . . . p. 29, 61, 80
MAIASAURA . . . . . p. 65, 75
MOSASAURIËRS . . . . . p. 69
ORNITHISCHIA . . . . p. 56, 57, 58, 71
OTHNIELIA . . . . . p. 29, 55, 57
OVIRAPTOR . . . . . p. 27, 55, 83
PACHYCEPHALOSAURIËRS . . . . . p. 58
PACHYCEPHALOSAURUS . . . . . p. 55, 76
PARASAUROLOPHUS . . . . . p. 55, 75
PELYCOSAURIËRS . . . p. 50, 53
PINACOSAURUS . . . . . p. 27, 55, 73
PISANOSAURUS . . . . . p. 55, 72
PLATEOSAURUS . . . p. 35, 55, 78
PROSAUROPODEN / PROSAUROPODA . . . . . p. 59, 61, 78
PROTOCERATOPS . . . . . p. 27, 55, 63, 76, 83
PTERANODON . . . . . p. 53, 55, 87
PTERODACTYLUS . . . . . p. 87
SAURISCHIA . . . . . p. 57, 56, 59, 78
SAUROPODEN / SAUROPODA . . . p. 29, 59, 61, 65, 79
STEGOSAURUS . . . p. 29, 34, 55, 72
STEGOSAURIËR(S) . . . p. 57
THEROPODE(N) / THEROPODA . . . p. 52, 53, 59, 63, 65, 69
TITANOSAURUS . . . p. 55, 81
TETRAPODEN / TETRAPODA . . . p. 51
TOMBATAAR . . . . . p. 27, 85
TRICERATOPS . . . . p. 35, 55, 58, 77
TYRANNOSAURUS . . . p. 35, 55, 59, 82
VELOCIRAPTOR . . . . . p. 35, 52, 53, 55, 59, 69
ZANGERLIA . . . . . p. 27, 86

VDOR DE JONGSTEN

Maak zelf dinosauriërs. Uitgeverij Usborne (Usborne Modelbouwboek), 1994 .

Reuzen uit de oertijd. Lannoo / Sesam Junior (Telescoop), 1996, 64 pp.

Benton, M. (1999). Het beste boek over dinosauriërs. Gottmer, vierde druk 2001, 64 pp.

Dixon, D. (2002). Dinosauriërs in de lucht. Corona (Corona gidsen), 33 pp.

Dixon, D. (2002). Plantenetende dinosauriërs. Corona (Corona gidsen), 33 pp .

Dixon, D. (2002). Vleesetende dinosauriërs. Corona (Corona gidsen), 33 pp.

Lambert, D. (2000). Het boek over dinosauriërs. Gottmer, derde druk 2002, 64 pp.

Maynard, C (1998). Mijn eerste boek over dinosauriërs. Gottmer, derde druk 2001, 33 pp.

Norman, D. & Milner, A. (1999). Dinosauriërs. Standaard Uitgeverij (Oog getuigen), 64 pp.

VOOR EEN RUIM PUBLIEK

BULTYNCK, P. (1987). Bernissart en de Iguanodons. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, 117 pp.

DHONDT, A.V.; GODEFROID, J.; MARTIN, F. & TAVERNIER, J. (1991). Catalogus van de tentoonstelling Dinosaurs & C°, "Fossielen en Robots". Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, 115 pp.

DODSON, P. (1996). The horned dinosaurs. Princeton University Press, 346 pp.

GARDON, T. & MILNER, A. (1993). The Natural History Museum Book of Dinosaurs. Virgin, 128 pp.

HAINES, T. (1999). Walking with dinosaurs. BBC Worldwide, 288 pp.

ROBERT, Y & BULTYNCK, P. (1999). Dinosauriërs. De prehistorie bij ons. Davidsfonfs, 157 pp.

SLOAN, C.S. (2000). Feathered dinosaurs. National Geographic Society, 64 pp.

VOOR EEN REEDS GEÏNFORMEERD PUBLIEK

BULTYNCK, P. (1993). An assessment of posture and gait in *Iguanodon bernissartensis*. BOULENGER, 1981. *Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Aardwetenschappen*, nr 63 : 5-11.

CARPENTER, K. (1999). Eggs, nest, and baby dinosaurs. Indiana, 336 pp.

CARPENTER, K. & CURRIE, P.J. (1990). Dinosaur systematics. Approaches and perspectives. Cambridge University Press, 318 pp.

CARPENTER, K.; HIRSCH, K.F. & HORNER, J.R. (1994). Dinosaur eggs and babies. Cambridge University Press, 372 pp.

CODREA, V.; SMITH, T.; DICA, P.; FOLIE, A.; GARCIA, G;, GODEFROIT, P. & VAN ITTERBEECK, J. (2002). Dinosaur egg nests, mammals and other vertebrate from a new Maastrichtian site of the Hateg Basin (Romania). *Comptes Rendus Palévol*, n° 1 . 173-180.

CURRIE, P.J. & PADIAN, K. (1997). Encyclopedia of dinosaurs. Academic Press, 869 pp.

FASTOVSKY, D.E. & WEISHAMPEL, D.B. (1996). The evolution and extinction of the dinosaurs. Cambridge University Press, 460pp.

GODEFROIT, P.; DONG, Z.-M.; BULTYNCK, P.; LI, H. & FENG, L. (1998). New *Bactrosaurus* (Dinosauria: Hadrosauroidea) material from Iren Dabasu (Inner Mongolia, P.R. China). *Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Aardwetenschappen*, nr 68 (supplement) : 3-70.

GODEFROIT, P.; PEREDA-SUBERBIOLA, X.; LI, H. & DONG, Z.-M. (1999). A new species of the ankylosaurid dinosaur *Pinacosaurus* from the Late Cretaceous of Inner Mongolia (P.R. China). *Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Aardwetenschappen*, nr 69 (supplement B) : 17-36.

LAMBERT, O.; GODEFROIT, P.; LI, H.; SHANG, C.Y. & DONG, Z.M. (2001). A new species of *Protoceratops* (Dinosauria, Neoceratopsia) from the Late Cretaceous of Inner Mongolia (P.R. China). *Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Aardwetenschappen*, nr 71 (supplement) : 5-28.

LOCKLEY, M. (1991). Tracking dinosaurs. A new look at an ancient world. Cambridge University Press, 238 pp.

NORMAN, D.B. (1980). On the ornithischian dinosaur *Iguanodon bernissartensis* of Bernissart (Belgium). *Verhandelingen van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen*, 178, 103 pp.

NORMAN, D.B. (1985). The illustrated encyclopedia of Dinosaurs. Salamander Books Limited, 208 pp.

NORMAN, D.B. (1986). On the anatomy of *Iguanodon atherfieldensis* (Ornithischia: Ornithopoda). *Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Aardwetenschappen*, nr 56 . 287-372.

PAUL, G.S. (1988). Predatory dinosaurs of the world. New york Academy of Sciences, 464 pp.

RUSSELL, D.A. (1989). An odyssey in time – The dinosaurs of North America. University of Toronto Press, 240 pp.

STANLEY, S.M. (1987). Extinction. Scientific American Library, 242 pp.

WEISHAMPEL, D.B.; DODSON, P. & OSMALSKA, H. (1990). The Dinosauria. University of California Press, 733 pp.

WELLNHOFER, P. (1991). The illustrated encyclopedia of Pterosaurs. Salamander Books Limited, 192 pp.

www.natuurwetenschappen.be

Museum voor Natuurwetenschappen
Vautierstraat 29 . B-1000 Brussel

Info dag en nacht: 02 627 42 38

www.natuurwetenschappen.be . . . . . Museum voor Natuurwetenschappen (België)
www.sauriermuseum.ch/ . . . . . Sauriermuseum van Aathal (Zwitserland)
www.dinosauria.org . . . . . Musée des Dinosaures van Espéraza (Frankrijk)
www.bernissart.be/musemin.htm . . . . . Musée de la Mine van Harchies (België)
www.bernissart.be/musiguan.htm . . . . . Musée de l'Iguanodon in Bernissart (België)
www.mnhn.fr/ . . . . . Musée National d'Histoire Naturelle (Frankrijk)
http://aix-en-provence1.chez.tiscali.fr/. . . . . Musée d'Histoire Naturelle van Aix-en-Provence (Frankrijk)
www.tyrrellmuseum.com/ . . . . . The Royal Tyrrell Museum (Canada), het grootste museum van dinosauriërs

Dit boek werd uitgegeven ter gelegenheid van de tentoonstelling *Dig a Dino*, voorgesteld in het Museum voor Natuurwetenschappen van 25 oktober 2002 tot 25 mei 2003.

Deze tentoonstelling werd gerealiseerd met de steun van:
Fortis, de MIVB, B-Dagtrips / B-Excursions,
en de stichting 'Prométhéa'.
De dinosauriërs zijn verzekerd door Invicta Belgium International Insurance Services.
Onze mediapartners zijn:
de RTBF, TV-Brussel, Radio 1,
het dagblad 'Le Soir' en 'Brussel Deze Week'

Met dank aan
We willen iedereen die heeft bijgedragen tot het tot stand komen van deze publicatie hartelijk bedanken, in het bijzonder Pierre Coulon, Claude Desmedt, Cécile Gerin, Hugo Vandendries, Edouard Vandewalle, Hans Van Lierde en de volledige ploeg van de Educatieve Dienst.

Tekst
Wetenschappelijke redactie: Dr. Pierre Bultynck, Dr. Mietje Germonpré, Dr. Pascal Godefroit, Departement Paleontologie

Vertaling
Jan Claerbout, Charlotte Degueldre, Sophie Rottiers, ISO Translation

Eindredactie
Charlotte Degueldre, Sophie Rottiers.

Foto's en illustraties
© Koninklijk Belgisch instituut voor Natuurwetenschappen
Fotos : Thierry Hubin
Foto's p. 36/38 : Thierry Hubin, Designlab
Tekeningen : Claude Desmedt, Pascale Golinvaux, Marcella Haemelinck, Anne Wauters, Geneviève Yannart.
© Sauriermuseum CH (Aathal, Suisse) : fig. 14 / 15 / 16 / 20.

Illustraties boekomslag
Recto: *Megaloolithus*, in 2001 werden deze 70 miljoen jaar oude eieren in Totesti (Roemenië) opgegraven; ze zijn misschien van de titanosauriër.
Verso: tijdsband, tekeningen van Claude Desmedt, 2002.

Grafisch concept en lay-out
Designlab

Druk
Imprimerie P. François (Brussel)

Coördinatie
Cel publicaties van het Museum voor Natuurwetenschappen.

Dit boek werd gedrukt met plantaardige inkt. Het papier is chloor- en bleekmiddelenvrij. Het boek is verpakt in een 100% recycleerbare folie.

Wettelijk Depot: D / 2002 / 0339 / 2

museum

De dinosauriërs! Dankzij *Jurassic Park*, *Dinosaur* of *Walking with Dinosaurs* zijn we vertrouwd geraakt met deze wezens die al miljoenen jaren van de aardbol verdwenen zijn. We menen nu alles te weten over hoe ze eruit zagen en hoe ze leefden. Maar soms vergeten we fictie en realiteit van elkaar te onderscheiden. De kleuren, de vormen en de geluiden van deze films zijn slechts hypothesen. Want alles wat ons rest van de dino's... is een hoopje beenderen! Fossielen dus, die de paleontologen onvermoeid blijven zoeken en onderzoeken.

Paleontologie is een wetenschap die behoort tot een van de specialismen van het Museum voor Natuurwetenschappen. De verzamelingen van het Museum herbergen wereldwijd unieke fossielen van dinosauriërs. Maar weet u dat onze paleontologen al jaren graven in Binnen-Mongolië, Rusland en Transsylvanië? En dat zij er zeer waardevolle fossielen van dinosauriërs hebben blootgelegd?

Wie staat bij het horen van al die ontdekkingen stil bij de impact die ze hebben op onze staat van kennis? Waren die dieren -die in 1841 werden omschreven als "vreselijke hagedissen" (uit het Grieks *deinos*: vreselijk en *sauros*: hagedis) - dan wel zo monsterachtig als men toen dacht? Zelfs "T-Rex", de koning van de dinosauriërs, was wellicht niet meer dan een aaseter die last had van jicht. Niet bepaald "vreselijk" dus, die hagedissen. En waarschijnlijk zelfs helemaal geen "hagedissen", omdat ze nu niet langer als reptielen worden geclassificeerd. En dan blijft nog het raadsel over hun verdwijning. Is daar een zinnige uitleg voor ? Meer nog, zijn we wel zeker dat de dinosauriërs écht zijn uitgestorven?

Het antwoord op al deze vragen vindt u in: *Dinosauriërs. Van Vindplaats tot Museum*. Pierre Bultynck, Mietje Germonpré en Pascal Godefroit, de wetenschappelijke auteurs van deze publicatie, zijn drie eminente paleontologen bij het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen. Een rijke verzameling aan beeldmateriaal in een originele vormgeving brengt veel kennis binnen uw bereik.

DAAR WACHTEN WE NU AL 65 MILJOEN JAAR OP...